54

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-051439
(43)Date of publication of application : 20.02.1998

(51)Int.Cl. H04L 9/10
G09C 1/00
H04L 9/08
H04L 9/32

(21)Application number : 09-129972
(22)Date of filing : 20.05.1997

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
(72)Inventor : MATSUZAKI NATSUME
HARADA TOSHIHARU
TATEBAYASHI MAKOTO

(30)Priority
Priority number : 08126751 Priority date : 22.05.1996 Priority country : JP

(54) CRYPTOGRAPHIC EQUIPMENT

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cryptographic equipment provided with a small scale cryptographic IC and having a required minimum function to ensure security for inter-equipment communication.
SOLUTION: A 1st cryptographic IC 54 in a 1st equipment 51 combines a random number R3 generated in the process (steps 1, 3, 6, 7) to verify a 2nd equipment 52 with a random number RR4 acquired in the process (steps 2, 4, 5, 8) to prove its own validity to the 2nd equipment 52 so as to generate a time changing data transfer key (step 9) are digital literary works are cryptographer by using the data transfer key and the cryptographic data are transferred to the 2nd equipment 52 (step 11).

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	02.04.2004
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3898796
[Date of registration]	05.01.2007
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A 1st random-number generation means to be encryption equipment with which the device which performs share-izing of a data transfer key and cryptocommunication using the data transfer key is equipped, and to generate the 1st random number for share-izing of said data transfer key, A 1st random-number maintenance means to hold the 1st random number generated by said 1st random-number generation means, A 1st transmitting means to transmit the 1st random number generated by said 1st random-number generation means to the phase hand-loom machine of said cryptocommunication, the 1st random number held at said 1st random-number maintenance means -- using -- the time -- said strange data transfer key -- generating -- data transfer -- a key -- generation -- a means -- It has a transfer data encryption means to encipher using said data transfer key to the transfer data set as the object of cryptocommunication. Said 1st random-number generation means, said 1st random-number maintenance means, said data transfer key generation means, and said transfer data encryption means It is encryption equipment which is realized in the circuit in one IC and characterized by said 1st random-number maintenance means holding said 1st random number to the field which cannot be accessed from the outside of said IC.

[Claim 2] It is encryption equipment according to claim 1 which said encryption equipment is equipped with a 1st encryption means encipher further the 1st random

number generated by said 1st random-number generation means, and said 1st encryption means is realized in the circuit in said IC, and is characterized by for said 1st transmitting means to transmit the 1st random number enciphered with said 1st encryption means to said phase hand-loom machine.

[Claim 3] Said device is what said phase hand-loom machine attests mutually that it is a just device with by the communication link based on the Challenge Handshake Authentication Protocol of a challenge response mold. A 2nd random-number generation means by which said encryption equipment generates further the 2nd random number for challenge data transmitted to said phase hand-loom machine, It judges whether the response data answered from said phase hand-loom machine to said challenge data and said 2nd random number are in agreement. It is encryption equipment according to claim 2 which is equipped with an authentication means to attest with said phase hand-loom machine being a just device when in agreement, and is characterized by said data transfer key generation means generating said data transfer key when said authentication is made.

[Claim 4] Said 2nd random-number generation means and said authentication means are encryption equipment according to claim 3 characterized by realizing in the circuit besides said IC.

[Claim 5] A decryption means by which said encryption equipment decrypts the enciphered joint data which have been sent from said phase hand-loom machine further, A separation means to divide the decrypted joint data into the 1st separation data equivalent to response data, and the 2nd separation data which remain, It has a 2nd transmitting means to answer said phase hand-loom machine in said 1st separation data. Said 1st encryption means Said 1st random number and said 2nd random number are combined, and the joint data obtained as a result are enciphered. Said data transfer key generation means By combining said 1st random number and said 2nd separation data, it is encryption equipment according to claim 4 which generates said data transfer key and is characterized by realizing said decryption means and said separation means in the circuit in said IC.

[Claim 6] A 2nd transmitting means for said encryption equipment to use said 2nd random number as challenge data further, and to transmit to said phase hand-loom machine, A decryption means to decrypt the enciphered joint data which have been sent from said phase hand-loom machine, It has a separation means to divide the decrypted joint data into the 1st separation data equivalent to response data, and the 2nd separation data which remain. Said authentication means Said decision and authentication are carried out as response data answered from said phase hand-loom machine in said 1st separation data. Said 1st encryption means The challenge data transmitted from said phase hand-loom machine and said 1st random number are combined, and the joint data obtained as a result are enciphered. Said data transfer key generation means By combining said 1st random number and said 2nd separation data, it is encryption equipment according to claim 4 which generates said data

transfer key and is characterized by realizing said decryption means and said separation means in the circuit in said IC.
[Claim 7] The algorithm of encryption by said transfer data encryption means is encryption equipment according to claim 5 or 6 characterized by being the same as that of at least one thing of said 1st encryption means and said decryption means.
[Claim 8] The algorithm of encryption by said transfer data encryption means is encryption equipment according to claim 5 or 6 which differs from anything of said 1st encryption means and said decryption means, and is characterized by being simpler than which thing.
[Claim 9] Said transfer data encryption means is encryption equipment according to claim 8 characterized by enciphering said transfer data using the part to which said data transfer key corresponds to the block of fixed length to a break and each block.
[Claim 10] Said transfer data encryption means is encryption equipment according to claim 9 characterized by performing said encryption by taking the exclusive OR of said block and part to which said data transfer key corresponds.
[Claim 11] The code in said 1st encryption means and a decryption with said decryption means are encryption equipment according to claim 10 characterized by being the same conversion algorithm.
[Claim 12] It is encryption equipment according to claim 11 characterized by for said 1st encryption means and said decryption means performing said encryption and decryption using the key data beforehand held in said IC, storing a part of the key data in the mask-ROM field in said IC, and storing the part which remains in the postscript ROM field in said IC.
[Claim 13] Said device is what said phase hand-loom machine attests mutually that it is a just device with by the communication link based on the Challenge Handshake Authentication Protocol of a challenge response mold. A decryption means by which said encryption equipment decrypts the enciphered joint data which have been sent from said phase hand-loom machine to said challenge data further, A separation means to divide the decrypted joint data into the 1st separation data equivalent to response data, and the 2nd separation data which remain, An authentication means to judge whether said 1st random number and said 1st separation data are in agreement, and to attest with said phase hand-loom machine being a just device when in agreement, A 2nd encryption means to encipher said 2nd separation data when said authentication is made, It has a 2nd transmitting means to answer said phase hand-loom machine by using said enciphered 2nd separation data as response data. Said data transfer key generation means By combining said 1st random number and said 2nd separation data, it is encryption equipment according to claim 2 which generates said data transfer key and is characterized by realizing said decryption means, said separation means, and said 2nd encryption means in the circuit in said IC.
[Claim 14] The algorithm of encryption by said transfer data encryption means is encryption equipment according to claim 13 characterized by being the same as that

of at least one thing of said 1st encryption means, said 2nd encryption means, and said decryption means.
[Claim 15] The algorithm of encryption by said transfer data encryption means is encryption equipment according to claim 13 which differs from anything of said 1st encryption means, said 2nd encryption means, and said decryption means, and is characterized by being simpler than which thing.
[Claim 16] Said transfer data encryption means is encryption equipment according to claim 15 characterized by enciphering said transfer data using the part to which said data transfer key corresponds to the block of fixed length to a break and each block.
[Claim 17] Said transfer data encryption means is encryption equipment according to claim 16 characterized by performing said encryption by taking the exclusive OR of said block and part to which said data transfer key corresponds.
[Claim 18] Each of encryption with said 1st encryption means and said 2nd encryption means and decryptions with said decryption means is encryption equipment according to claim 17 characterized by being the same conversion algorithm.
[Claim 19] It is encryption equipment according to claim 18 characterized by for said 1st encryption means, said 2nd encryption means, and said decryption means performing said encryption and decryption using the key data beforehand held in said IC, storing a part of the key data in the mask-ROM field in said IC, and storing the part which remains in the postscript ROM field in said IC.
[Claim 20] It is the communication system which consists of the transmitters and receivers which perform share-izing of a data transfer key, and cryptocommunication using the data transfer key. These transmitters and a receiver A 1st random-number generation means to attest mutually that a phase hand-loom machine is a just device by the communication link based on the Challenge Handshake Authentication Protocol of a challenge response mold, and to generate the 1st random number for challenge data, respectively, A 2nd random-number generation means to generate the 2nd random number for said data transfer keys, and the coupling means which combines said 1st random number and said 2nd random number, An encryption means to encipher said joint data, and a 1st transmitting means to transmit said enciphered joint data to said phase hand-loom machine, A 1st receiving means to receive the enciphered joint data which were transmitted from the 1st transmitting means of said phase hand-loom machine, A separation means to divide a decryption means to decrypt said received joint data, and said decrypted joint data into the 1st separation data equivalent to response data, and the 2nd separation data for said data transfer keys, A 2nd transmitting means to answer said phase hand-loom machine by using said 1st separation data as response data, A 2nd receiving means to receive the 1st separation data answered from the 2nd transmitting means of said phase hand-loom machine, By combining a comparison means to compare with said 1st random number said 1st separation data to which it received, and to attest said phase hand-loom machine with a just device when in agreement, and said 2nd random number and said

2nd separation data Encryption equipment characterized by having a cryptocommunication means to perform said phase hand-loom machine and cryptocommunication using a data transfer key generation means to generate said data transfer key, and said data transfer key generated when said authentication was made.

[Claim 21] It is the communication system which consists of the transmitters and receivers which perform share-izing of a data transfer key, and cryptocommunication using the data transfer key. These transmitters and a receiver A 1st random-number generation means to attest mutually that a phase hand-loom machine is a just device by the communication link based on the Challenge Handshake Authentication Protocol of a challenge response mold, and to generate the 1st random number for challenge data, respectively, A 1st transmitting means to transmit said 1st random number to said phase hand-loom machine, and a 1st receiving means to receive the 1st random number transmitted from the 1st transmitting means of said phase hand-loom machine, A 2nd random-number generation means to generate the 2nd random number for said data transfer keys, and the coupling means which combines said 1st received random number and said 2nd random number, An encryption means to encipher said joint data, and a 2nd transmitting means to answer said phase hand-loom machine in said enciphered joint data, A 2nd receiving means to receive the encryption joint data transmitted from the 2nd transmitting means of said phase hand-loom machine, A separation means to divide a decryption means to decrypt said received joint data, and said decrypted joint data into the 1st separation data equivalent to response data, and the 2nd separation data for said data transfer keys, By combining a comparison means to compare said 1st separation data with said 1st random number generated with said 1st random-number generation means, and to attest said phase hand-loom machine with a just device when in agreement, and said 2nd random number and said 2nd separation data Encryption equipment characterized by having a cryptocommunication means to perform said phase hand-loom machine and cryptocommunication using a data transfer key generation means to generate said data transfer key, and said data transfer key generated when said authentication was made.

[Claim 22] It is the communication system which consists of the transmitters and receivers which perform share-izing of a data transfer key, and cryptocommunication using the data transfer key. These transmitters and a receiver It is what attests mutually that a phase hand-loom machine is a just device by the communication link based on the Challenge Handshake Authentication Protocol of a challenge response mold. Said transmitter It has a 1st random-number generation means to generate the 1st random number, a 1st encryption means to encipher said 1st random number, and a 1st transmitting means to transmit said 1st enciphered random number to a receiver. Said receiver By combining said 1st random number and said 2nd random number with a 1st receiving means to receive said 1st enciphered random number, a

1st decryption means to decrypt said 1st received random number, and a 2nd random-number generation means to generate the 2nd random number The 1st coupling means which generates joint data, and a 2nd encryption means to encipher said joint data, A 2nd receiving means by which have a 2nd transmitting means to transmit said enciphered joint data to a transmitter, and said transmitter receives said enciphered joint data further, A separation means to divide a 2nd decryption means to decrypt said received joint data, and said decrypted joint data into the 1st separation data equivalent to said 1st random number, and the 2nd separation data equivalent to said 2nd random number, A 1st comparison means to compare said 1st random number and said 1st separation data, and to attest said receiver with a just device when in agreement, A 3rd encryption means to encipher said 2nd separation data when said authentication is made, By combining the 1st random number of an account generated with a 3rd transmitting means to transmit said enciphered 2nd separation data to said receiver, and said 1st random-number generation means, and the 2nd separation data obtained with said separation means A 3rd receiving means by which have a 1st data transfer key generation means to generate said data transfer key, and said receiver receives said enciphered 2nd separation data further, A 2nd comparison means to compare a 3rd decryption means to decrypt said received 2nd separation data with said 2nd separation data, with which it was decrypted and said 2nd random number, and to attest said transmitter with a just device when in agreement, By combining said 1st random number obtained with said 1st decryption means, and the 2nd random number generated with said 2nd random-number generation means, when said authentication is made A 4th encryption means by which have a 2nd data transfer key generation means to generate said data transfer key, and said transmitter enciphers transfer data further using the data transfer key generated with said 1st data transfer key generation means, A 4th receiving means by which have a 4th transmitting means to transmit the enciphered transfer data to said receiver, and said receiver receives said enciphered transfer data from said transmitter further, Encryption equipment characterized by having a 4th decryption means to decrypt transfer data using the data transfer key generated with said 2nd data transfer key generation means.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to encryption equipment especially realizable on a scale of a small circuit about the encryption equipment with which the

communication equipment which shares a private key and performs cryptocommunication is equipped.

[0002]

[Description of the Prior Art] The data which are communicating through the channel are unjustly copied on a channel, or there are many cases where it is necessary to prevent being changed. For example, it is a case so that works, such as a film, are digitized, an information compression is carried out further, digital recording is further carried out on the optical disk, this is taken out as electric information with an optical disk regenerative apparatus, it may be elongated by information expanding equipment and the taken-out digital information may be reproduced by the image sound system.

[0003] If this commo data is recorded by the digital information recording apparatus without an author's permission and is further reproduced by digital information duplicate equipment when an optical disk regenerative apparatus and information expanding equipment are separated as a separate device and data communication of the meantime is carried out by the digital communication way, the work of that film will be reproduced unjustly and disturbance of copyright will take place here. Therefore, the data which are communicating through the channel must prevent being unjustly copied on a channel. To generally neither the circuit in a device nor the specification of components being exhibited, since electrical characteristics and the signal format for data communication are generally exhibited in many cases, they become the problem that the alteration of the data which follow the illegal copy of data and it in a channel is big.

[0004] More various things than before are known about the technique for eliminating such a malfeasance and securing a safe communication link. The most typical thing uses a partner authentication technique. Only when this attests fundamentally the justification of the side which the side which sends out data receives and it is able to check that he is a just addressee, it is transmitting data, and a digital work prevents being received by the inaccurate device.

[0005] In addition, the side which checks a partner's justification for the side which proves its justification like the addressee in this case like a testifier, a call, and the transmitting person in this case is called an authentication person. Moreover, in a case like the device in connection with the above-mentioned optical disk record playback, whether these devices are based on the specification defined according to the industry of an optical disk related equipment poses a problem from whether authentication is successful between specific devices. Therefore, in such a case, "justification" means "being based on predetermined specification."

(The 1st conventional technique) As 1st concrete conventional technique, there is the one direction authentication approach using the code technique indicated by the International Standards ISO/IEC 9798-2.

[0006] This authentication approach is based on proving to an authentication person that a testifier has data of the secrecy called an authentication key, without telling

that key itself. Therefore, the data which have an authentication person first are chosen and this is thrown to a testifier. The data which challenged and threw this act are called challenge data. On the other hand, a testifier enciphers said challenge data using the code conversion and the authentication key which were owned beforehand. And the enciphered data are returned to an authentication person. A response is called for this act and response data are called for that data.

[0007] The authentication person who received this response data is sharing the decode conversion and the authentication key which are inverse transformation of the code conversion which the testifier owns, and decrypts the response data answered by the testifier using that authentication key and decode conversion. If this result is in agreement with said challenge data, an addressee will judge it as a thing with the authentication key of normal, and will attest a testifier's justification. One direction authentication means that one side proves the justification on another side.

[0008] Here, the code conversion T is the map to the cipher set from a plaintext set which becomes settled with the key data S. It is a cipher when a plaintext is set to X. It is written as T (S, X). The relation of TINV(S, T (S, X)) = X between the inverse transformation TINV which is the maps to the plaintext set from a cipher set which becomes settled with the same key data S is. It means that it will return if this carries out code conversion of the plaintext X and this is transformed inversely. The inverse transformation of code conversion is called decode conversion. In order to be code conversion, when there is no information of Key S, it is required for it to be difficult to ask for Plaintext X from Cipher T (S, X). In addition, code conversion is described as E (S,), and a practice describes decode conversion D (S,).

[0009] Drawing 11 is drawing showing an example of the authentication approach indicated by said specification. The case where the digital work mj is transmitted is shown to the 2nd device 12 from the 1st device 11 by drawing 11 . Here, the 1st device 11 checks the justification of the 2nd device 12. Actuation of this conventional one direction authentication approach is explained according to the step number shown in this drawing below.

[0010] (1) The 1st device 11 generates a random number R1. And it transmits to the 2nd device 12 through a channel by making this into challenge data.

(2) The 2nd device 12 will encipher this random number by making into a cryptographic key the authentication key S of the secrecy stored in the 2nd device 12, if this random number is received. And as a result, it transmits to the 1st device 11 through a channel by using C1 as response data.

[0011] (3) The 1st device 11 will decrypt this response data C1 by using as a decode key the authentication key S stored in the 1st device 11, if this response data is received.

(4) The 1st device 11 compares RR1 with the random number R1 stored temporarily in the 1st device 11 as a result of decode. If this is in agreement, the 1st device 11 will think that the 2nd device 12 device holds the same authentication key S, and will

attest with a communications partner being just. On the other hand, if not in agreement, a communications partner judges it as that which is not just, and interrupts processing.

[0012] (5) The 1st device 11 transmits a digital work to the 2nd device 12 through a channel, after attesting the 2nd device 12 with a just thing. When the 3rd device which does not have the authentication key S instead of the 2nd device 12 is connected to the channel Since the 3rd device cannot create the data C1 of a right value at the above-mentioned step (2) and its RR1 does not correspond with said R1 at a step (3) as a result as a result of decode, in a step (4), as for the 1st device 11, a digital work is not transmitted to the 3rd device.

[0013] In addition, if the same challenge data and response data are always used between the 1st device 11 and the 2nd device 12, it is possible that the 3rd inaccurate device which got to know that turns into the 2nd device 12, and it clears up. In order to avoid this, from the 1st device 11, challenge data (random number) different each time are sent.

It is also possible to send out unjustly the data of the falsehood memorized by the hard disk drive unit after authentication with the conventional technique of the above 1st in (the 2nd conventional technique) and time to the 2nd device 12 which has the authentication key of normal, for example. It is necessary to check the justification of the 1st device 11 also for the 2nd device 12 at the same time the 1st device 11 checks the justification of the 2nd device 12, in order to solve this problem.

[0014] Moreover, it is possible to extract the data on this channel to the midst which is transmitting the digital work to the 2nd device 12 through a channel after both devices attest, and to memorize this to it at a hard disk drive unit. Although for that information, such as the electrical characteristics of the signal on a channel and data format, is required, of course, since especially those information is not the information generally made into secrecy, sampling of that digital work is fully technically possible. Therefore, just authentication is inadequate, and after authentication is successful, the new key generated at random is shared between each device, and it is necessary to carry out cryptocommunication which enciphers and transmits a digital work using the key. In addition, the private key for enciphering data which should be transmitted, such as a digital work, is hereafter called a "data transfer key."

[0015] The one direction authentication which is the conventional technique of the above 1st is extended hereafter, and the 2nd conventional technique which performs bidirectional authentication, share-izing of a data transfer key, and cryptocommunication is explained. Drawing 12 shows an example of equipment which realizes this bidirectional authentication. The case where it transmits to drawing 12 after enciphering the digital work mj from the 1st device 21 to the 2nd device 22 is shown.

[0016] This conventional bidirectional authentication and actuation of share-izing of a data transfer key are explained according to the step number shown in this drawing

below.
(1) The 1st device 21 generates a random number R1. This has the semantics as 1st challenge data. And this is transmitted to the 2nd device 22 through a channel. A random number R2 has the semantics as 2nd challenge data from the 2nd device 22 to the 1st device 21 here. That is, a cipher C1 has the semantics of both response data and the 2nd challenge data to the 1st challenge data.
[0017] (2) The 2nd device 22 generates a random number R2, and create joint data R1||R2 by combining the random number R1 received from it and the 1st device 21. It is shown that notation" ||" puts both data in order in the direction of a digit, and joins together here. And these joint data R1||R2 are enciphered by making the authentication key S of the 2nd device 22 into a cryptographic key, and that cipher C1 is transmitted to the 1st device 21.
[0018] (3) The 1st device 21 decrypts the authentication key S for the cipher C1 received from the 2nd device 22 as a decode key, and use the high order of the result as the separation data RR1, and it uses low order as the separation data RR2.
(4) The 1st device 21 compares this separation data RR1 with the random number R1 stored temporarily to the 1st device 21. If this is in agreement, a communications partner will attest with it being a just device with the authentication key S. If not in agreement, authentication processing is interrupted here.
[0019] (5) The 1st device 21 generates a random number K, and sets this up as a data transfer key K. And joint data RR2||K which combined said gained separation data RR2 and this data transfer key K is enciphered with the authentication key S of the 1st device 21, and that cipher C2 is transmitted to the 2nd device 22.
(6) The 2nd device 22 decrypts the cipher C2 received from the 1st device 21 using the authentication key S, and use the high order as the separation data RRR2, and it uses low order as the separation data KK.
[0020] (7) The 2nd device 22 compares this separation data RRR2 with the random number R2 stored temporarily to the 2nd device 22. If this is in agreement, a communications partner will attest with it being a just device with the authentication key S. If not in agreement, authentication processing is interrupted here. On the other hand, decrypted KK separation data is set up as a data transfer key KK.
[0021] (8) The 1st device 21 enciphers a digital work using said data transfer key K, and transmits it to the 2nd device 22 through a channel.
(9) By the 2nd device 22, decrypt this using KK said data transfer key, and gain the digital work of a basis. Here, when the 1st device 21 has the authentication key S of normal and the 2nd device 22 does not have the authentication key of normal, the 1st device 21 is judged to be that in which the communications partner does not have the authentication key of normal at a step (4), and authentication processing can be interrupted. Moreover, the 1st device 21 does not have the authentication key of normal, but when it has the authentication key of normal, in a step (7), the 2nd device 22 judges the 2nd device 22 to be that in which the communications partner does not

have the authentication key of normal, and can interrupt authentication processing. Thus, while a digital work prevents flowing into an inaccurate device, flowing into a just device from an inaccurate device can also be prevented.

[0022] Furthermore, when it has the authentication key also with just 1st device 21 and 2nd device 22, and said authentication processing is completed and the digital work is transmitted in the channel top in the step (8) Since the digital work is enciphered even if it is the case where the digital work was copied electrically and accumulated in digital are recording equipment, it is meaningless digital data and the original digital work is protected effectively.

[0023] As mentioned above, in order to perform bidirectional authentication using a code technique with the sufficient result, it becomes indispensable conditions that what is going to perform injustice does not understand easily the authentication key stored in the interior of the 1st device 21 and the 2nd device 22. Moreover, it is required that neither the generation section of the random number for challenge data nor the generation section of the data transfer key K can access from the exterior and to be unable to change.

[0024] The most effective method of securing the secrecy nature of these components is an approach of realizing as an IC the part which performs the above-mentioned authentication, share-izing of a data transfer key, and cryptocommunication. It is because a great effort is generally applied to analyzing IC, so an authentication key etc. is not decoded easily.

[0025]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in order to realize the 1st device 21 in the above-mentioned 2nd conventional technique by IC, such an IC (henceforth "Encryption IC") needs to have the following part.

- Combine the random-number generation section and the separation data RR2 for generating the comparator and the data transfer key K for comparing the part and the random number R1, and the separation data RR1 which store the decode section and the authentication key S for decrypting the random-number generation section and the cipher C1 which generates a random number R1, and the data transfer key K. The hardware of magnitude comparable as this also about the 2nd device 22 of a cryptopart which enciphers a digital work using the part and the data transfer key K which stores the cryptopart and the data transfer key K for enciphering is required.

[0026] thus, having realized the above-mentioned conventional authentication method by IC -- if -- the two random-number generation sections and two converters (the decode section and cryptopart) -- since it must have very many functions, circuit magnitude becomes large and it has the trouble of leading to the cost rise of a device after all. Moreover, it is more desirable for this key to reflect the value which both devices generated for the reason same although the 1st device 21 is generating the data transfer key K for enciphering data with the above-mentioned 2nd conventional technique as mutual recognition being needed.

[0027] As explained above, in order to protect the circuit between devices, the approach of confining the information on functions, such as authentication, or the secrecy for it in IC, and realizing is effective. However, in the conventional approach, by realizing all of the part of mutual recognition, the part of share-izing of a data transfer key, and the part of data encryption by one IC, the magnitude of the IC becomes very large and leads to a cost rise.
[0028] Then, this invention is equipped with the small encryption IC of magnitude, and sets it as the 1st object to offer the encryption equipment which has a necessary minimum function for securing the safety of the communication link between devices. Encryption IC has the following function here.
(1) Store an authentication key in insurance. As for the key, rewriting and read-out are not made by access from the outside.
[0029] (2) Share a data transfer key safely. As for the key, rewriting and read-out are not made by access from the outside.
(3) However, make magnitude of Encryption IC into min by not equipping Encryption IC with the part irrelevant to the safety of communication system. Moreover, the 2nd object of this invention is offering a cryptocommunication system with high safety suitable realizing using the small encryption IC of magnitude.
[0030]
[Means for Solving the Problem] In order to attain the 1st object of the above, this invention is encryption equipment with which the device which performs share-izing of a data transfer key and cryptocommunication which used the data transfer key is equipped. A 1st random-number generation means to generate the 1st random number for share-izing of said data transfer key, A 1st random-number maintenance means to hold the 1st random number generated by said 1st random-number generation means, A 1st transmitting means to transmit the 1st random number generated by said 1st random-number generation means to the phase hand-loom machine of said cryptocommunication, the 1st random number held at said 1st random-number maintenance means -- using -- the time -- said strange data transfer key -- generating -- data transfer -- a key -- generation -- a means -- It has a transfer data encryption means to encipher using said data transfer key to the transfer data set as the object of cryptocommunication. Said 1st random-number generation means, said 1st random-number maintenance means, said data transfer key generation means, and said transfer data encryption means are realized in the circuit in one IC, and said 1st random-number maintenance means is characterized by holding said 1st random number to the field which cannot be accessed from the outside of said IC.
[0031] since the 1st random number relevant to generation of a data transfer key is directly held by this inside [which cannot be accessed from the outside] Encryption IC -- the time -- a strange data transfer key -- each device -- insurance -- sharing -- having -- cryptocommunication -- carrying out -- having . Moreover, since

Encryption IC has a necessary minimum function for securing the safety of the communication link between devices, it is realizable in a small circuit.
[0032] In order to attain the 2nd object of the above moreover, this invention It is the communication system which consists of the transmitters and receivers which perform share-izing of a data transfer key, and cryptocommunication using the data transfer key. These transmitters and a receiver A 1st random-number generation means to attest mutually that a phase hand-loom machine is a just device by the communication link based on the Challenge Handshake Authentication Protocol of a challenge response mold, and to generate the 1st random number for challenge data, respectively, A 2nd random-number generation means to generate the 2nd random number for said data transfer keys, and the coupling means which combines said 1st random number and said 2nd random number, An encryption means to encipher said joint data, and a 1st transmitting means to transmit said enciphered joint data to said phase hand-loom machine, A 1st receiving means to receive the enciphered joint data which were transmitted from the 1st transmitting means of said phase hand-loom machine, A separation means to divide a decryption means to decrypt said received joint data, and said decrypted joint data into the 1st separation data equivalent to response data, and the 2nd separation data for said data transfer keys, A 2nd transmitting means to answer said phase hand-loom machine by using said 1st separation data as response data, A 2nd receiving means to receive the 1st separation data answered from the 2nd transmitting means of said phase hand-loom machine, By combining a comparison means to compare with said 1st random number said 1st separation data to which it received, and to attest said phase hand-loom machine with a just device when in agreement, and said 2nd random number and said 2nd separation data It is characterized by having a cryptocommunication means to perform said phase hand-loom machine and cryptocommunication using a data transfer key generation means to generate said data transfer key, and said data transfer key generated when said authentication was made.
[0033] A cryptocommunication system with high safety is directly realized by two random numbers relevant to not being transmitted and received if the random number relevant to generation of that a data transfer key is generated while mutual recognition is performed between a transmitter and a receiver by this, and a data transfer key remains as it is directly, and generation of a data transfer key suitable to realize using the small encryption IC of magnitude, since it is provided from a transmitter and a receiver, respectively.
[0034]
[Embodiment of the Invention]
(Gestalt 1 of operation) Drawing 1 is drawing showing the processing sequence in the gestalt 1 of the operation which performs mutual recognition, share-izing of a data transfer key, and cryptocommunication of data between the 1st device equipped with the encryption equipment concerning this invention, and the 2nd device.

[0035] The case where the digital work mj is transmitted is shown to the 2nd device 52 from the 1st device 51 by drawing 1 . In addition, only the encryption equipment with which each devices 51 and 52 are equipped is shown in drawing 1 , and other components (the transceiver section, processor of a digital work, etc.) irrelevant to encryption equipment and direct are omitted. The encryption equipment concerning this invention with which the 1st device 51 was equipped is roughly divided, and consists of MPU53 and the 1st encryption IC 54.
[0036] MPU53 becomes this encryption equipment from ROM holding the control program of a proper, the general-purpose microprocessor which performs that control program, RAM, etc., and performs processing (the step in drawing (1), (7)) which does not participate in share-ization of a data transfer key directly. The 1st encryption IC 54 is the semiconductor IC of one chip, and performs processing (the step in drawing (3), (5), (9), (11)) which participates in share-ization of a data transfer key directly.
[0037] The encryption equipment which similarly is applied to this invention with which the 2nd device 52 was equipped is also roughly divided, and consists of MPU55 and the 2nd encryption IC 56. MPU55 becomes this encryption equipment from ROM holding the control program of a proper, the general-purpose microprocessor which performs that control program, RAM, etc., and performs processing (the step in drawing (2), (8)) which does not participate in share-ization of a data transfer key directly.
[0038] The 2nd encryption IC 56 is the semiconductor IC of one chip, and performs processing (the step in drawing (4), (6), (10), (12)) which participates in share-ization of a data transfer key directly. In addition, in the gestalt of this operation, 64 bit-block cryptographic algorithm E based on a Data Encryption Standard (DES:Data EncryptionStandard) and its inverse transformation algorithm D are used. Henceforth, "encryption" and the conversion using the inverse transformation algorithm D of the conversion which uses cryptographic algorithm E are called "a decryption."
[0039] Moreover, the 1st encryption IC 54 is equipped only with cryptographic algorithm E, and the 2nd encryption IC 56 is equipped with the inverse transformation algorithm D. This is for reducing the magnitude of each encryption 54 and ICs 56, and safety. Hereafter, according to the step number shown in drawing 1 , actuation of the encryption equipment in the gestalt 1 of operation is explained.
[0040] (1) While generating and memorizing a random number R1 (32 bits) in MPU53 of the 1st device 51, pass the 1st encryption IC 54.
(2) Like a step (1), while generating and memorizing a random number R2 (32 bits) in MPU55 of the 2nd device 52, transmit to the 2nd encryption IC 56.
[0041] (3) Store in the field which cannot access a random number R3 (32 bits) from generation and the exterior in the 1st encryption IC 54. And the random number R1 generated by said MPU and said random number R3 are combined, and it enciphers with E function. Here, it is shown that notation" ||" combines two random numbers in the direction of a digit, and considers as 64 bits (it is 32 bits of low order about 32

bits of high orders and a random number R3 in a random number R1). Moreover, the authentication key S of the secrecy currently beforehand held in common by the 1st encryption IC 54 and the 2nd encryption IC 56 is used for encryption. The 1st encryption IC 54 transmits the above-mentioned code result C1 to the 2nd device 52 through the transmitting section (not shown by a diagram) of the 1st device 51.

[0042] (4) Like a step (3), in the 2nd encryption IC 56, generate a random number R4 (32 bits), and store in the field which cannot be accessed from the exterior. The random number R2 generated by said MPU and said random number R4 are combined, and it decrypts with the inverse transformation algorithm D. Said authentication key S is used for decode. The 2nd encryption IC 56 transmits the decode result C2 (64 bits) to the 1st device 51 through the transmitting section (not shown by a diagram) of the 2nd device 52.

[0043] (5) Encipher the decode sentence C2 which received from said 2nd device 52 with said authentication key S in the 1st encryption IC 54 using said E function. And obtained 64 bits are divided into the separation data RR2 which are 32 bits of the high order, and the separation data RR4 which are 32 bits of low order. Furthermore, it transmits to the 2nd device 52 through the transmitting section of the 1st device 51, and, on the other hand, the separation data RR2 store the separation data RR4 in the field which cannot be accessed from the outside in the 1st encryption IC 54, without taking out outside.

[0044] In addition, the 1st encryption IC 54 and the 2nd encryption IC 56 are mutually regular, and when the same authentication key S is held, in accordance with the random number R2 which MPU55 of said 2nd device 52 generated, said separation data RR4 of said separation data RR2 correspond with the random number R4 which said 2nd encryption IC 56 stores in the interior.

(6) Decrypt the cipher C1 received from said 1st encryption IC 54 with said authentication key S in the 2nd encryption IC 56 like a step (5) using said inverse transformation algorithm D. And obtained 64 bits are divided into the separation data RR1 which are 32 bits of the high order, and the separation data RR3 which are 32 bits of low order. Furthermore, it transmits to the 1st device 51 through the transmitting section of the 2nd device 52, and, on the other hand, the separation data RR1 store the separation data RR3 in the field which cannot be accessed from the outside in the 2nd encryption IC 56, without taking out outside.

[0045] In addition, the 1st encryption IC 54 and the 2nd encryption IC 56 are mutually regular, and when the same authentication key S is held, in accordance with said random number R1, said separation data RR3 of said separation data RR1 correspond with said random number R3.

(7) Compare the random number R1 memorized at said step (1) in MPU53 of the 1st device 51 with the separation data RR1 received from said 2nd device 52, and when in agreement, attest the 2nd device 52 equipped with the 2nd encryption IC 56 and it with a just device.

[0046] (8) Compare the random number R2 memorized at said step (2) in MPU55 of the 2nd device 52 with the separation data RR2 received from said 2nd device 52 like a step (7), and when in agreement, attest the 1st device 51 equipped with the 1st encryption IC 54 and it with a just device.
(9) Create the data transfer key K in the 1st encryption IC 54 by combining the random number R3 memorized at said step (3), and said separation data RR4. Here, the data transfer key K (64 bits) which makes a random number R3 32 bits of a high order, and makes the separation data RR4 32 bits of low order is generated. in addition -- since this data transfer key K is association of two random numbers -- the time -- queerness, i.e., the key newly generated at random, -- it can say .
[0047] (10) Generate the data transfer key K by combining the random number R4 memorized at said separation data RR3 and said step (4) in the 2nd encryption IC 56 like a step (9). Here, the data transfer key K (64 bits) which makes the random number R4 which memorized the above-mentioned separation data RR3 at 32 bits of a high order and the above-mentioned step (4) 32 bits of low order is generated. this data transfer key -- the time -- a strange key -- it is .
[0048] in addition, when mutual authentication at a step (7) and a step (8) is successful Since the random number R3 generated at the step (3) and the separation data RR3 obtained at the step (6) will be in agreement and the random number R4 generated at the step (4) and the separation data RRR4 obtained at the step (5) will be in agreement consequent -- a step (9) and a step (10) -- the data transfer key K which comes out, respectively and is generated will be in agreement.
[0049] (11) In the 1st encryption IC 54 of the 1st device 51, repeat until it finishes transmitting all the digital works that should transmit the processing which enciphers the blocked digital work mj (64 bits) which is sent from MPU53 using the data transfer key K obtained at the above-mentioned step (9), and transmits the acquired cipher Cj to the 2nd device 52.
[0050] (12) Receive the enciphered above-mentioned digital work Cj (64 bits) which the 1st device 51 transmitted in the 2nd encryption IC 56 of the 2nd device 52 corresponding to a step (11), decrypt using the data transfer key K obtained at the above-mentioned step (10), and send the obtained digital work mmj to MPU55. This decryption is repeated as long as the above-mentioned digital work Cj is transmitted from the 1st device 51.
[0051] Thus, mutual recognition, share-izing of the data transfer key K, and cryptocommunication of data are performed by the encryption equipment of the gestalt 1 of operation between the 1st device 51 and the 2nd device 52. The encryption equipment of the gestalt 1 of the above-mentioned implementation has the following descriptions so that clearly from the above explanation.
[0052] The 1st description is that the data transfer key K is protected by insurance inside Encryption IC. If it is encryption equipment with which the 1st device 51 is equipped, in order to generate the data transfer key K, specifically, two data used

directly, i.e., a random number R3 and the separation data RR4, will fulfill the following conditions.
- The random number R3 is held to the field which it is generated inside the 1st encryption IC 54, and is not outputted outside, and cannot be read from the outside.
[0053] - The separation data RR4 are held to the field which it is generated inside the 1st encryption IC 54 (separation generation), and is not outputted outside, and cannot be read from the outside. Since the data transfer key K is protected in Encryption IC by these things, even if it adopts what is exhibited as cryptographic algorithm E and an inverse transformation algorithm D by them, the safety of the cryptocommunication between the 1st device 51 and the 2nd device 52 is guaranteed.
[0054] The circuit where the 2nd description is dedicated in Encryption IC is stopped by the necessary minimum thing. If it is encryption equipment with which the 1st device 51 is equipped, specifically, the following processings are realized by the circuit 53 besides the 1st encryption IC 54, i.e., MPU.
- It is considered so that the comparison with generation and the random number R1 of a random number R1, and the separation data RR1, i.e., the circuit magnitude of the 1st encryption IC 54, may not become large superfluously. These two processings are not participating in generation of the data transfer key K directly about authentication of a phase hand-loom machine. Therefore, even if it is going to carry out injustice using these processings being realized out of IC, **** Lycium chinense will be impossible in injustice which brings a profit to the 1st device 51. In addition, creation of the response data RR2 to the challenge data C2 from the 2nd device 52 is performed within Encryption IC.
[0055] Drawing 2 is the block diagram showing the hardware configuration of the 1st encryption IC 54. The 2nd encryption IC 56 is realizable on a scale of comparable hardware. The external I/F section 61 is the only input/output port for accessing the internal circuitry of this 1st encryption IC 54 from the outside. The random-number generation section 60 generates the 32-bit random number R3.
[0056] The random-number storing section 62 is a store circuit holding the random number R3 generated in the random-number generation section 60. A bond part 63 makes the random number R3 stored in the random-number storing section 62 32 bits of low order, and combines the 32-bit data R1 inputted through the external I/F section 61 as 32 bits of high orders.
[0057] The authentication key S storing section 64 is a store circuit holding the authentication key S given beforehand. Switches 65 and 66 are the 3 input 1 output multiplexer of 64-bit width of face, and the 2 input 1 output multiplexer of 64-bit width of face, respectively. The E function 67 is an encryption circuit based on cryptographic algorithm E. A switch 68 is the 1 input 3 output demultiplexer of 64-bit width of face.
[0058] The separation section 69 divides into RR4 64 bit data outputted from the switch 68 32 bit RR2 and 32 bits of low order of high orders. The data transfer key K

generation section 59 makes the random number R3 stored in the random-number storing section 62 32 bits of high orders, is combining the separation data RR4 separated in the separation section 69 as 32 bits of low order, and generates the data transfer key K.

[0059] The data transfer key K storing section 70 is a store circuit holding the data transfer key K generated in the data transfer key K generation section 59. Next, it is shown how it operates in each step each component shown in this drawing 2 was indicated to be to drawing 1 . In the step (3) of drawing 1 , the random-number generation section 60 generates a random number R3, stores it in the random-number storing section 62, and a bond part 63 combines the random number R3 and the random number R1 inputted through the external I/F section 61, and it sends it to the E function 67 through a switch 65. The E function 67 enciphers joint data R1||R3 outputted from the bond part 63 using reception and it through the switch 66 in the authentication key S from the authentication key S storing section 64, and, as a result, outputs C1 to the 2nd device 52 through a switch 68 and the external I/F section 61.

[0060] In the step (5) of drawing 1 , and (9), the decode sentence C2 inputted through the external I/F section 61 is inputted into E function through a switch 65. The E function 67 enciphers the decode sentence C2 for the authentication key S storing section 64 to the authentication key S using reception and it, and sends it to the separation section 69 through a switch 68. The separation section 69 divides it into the separation data RR2 and the separation data RR4, and the separation data RR2 are outputted outside through the external I/F section 61, and it sends the separation data RR4 to the data transfer key K generation section 59. After the data transfer key K generation section 59 generates the data transfer key K by combining the random number R3 stored in the random-number storing section 62, and the separation data RR4 sent from the separation section 69, it is stored in the data transfer key K storing section 70.

[0061] In the step (11) of drawing 1 , it enciphers using the data transfer key K in which the digital work mj inputted through the external I/F section 61 and a switch 65 was stored by the data transfer key K storing section 70, and, as a result, the E function 67 outputs Cj to the 2nd device 52 through a switch 68 and the external I/F section 61. In addition, with the gestalt 1 of operation, although concrete bit length and data configurations, such as a random number and a cipher, were shown, this invention is not limited to them. For example, in the above-mentioned step (5), the 32-bit random numbers R1 and R2 are combined, it considers as 64 bits, this is inputted into the 64-bit code function E, and the 64-bit cipher C1 is searched for. This part is good also as a method which generates the 128-bit cipher C1 by making for example, each random number into 64 bits, and repeating encryption by the code function E twice. However, it is required for the part about a random number R1 and the part about R2 to be easily unseparable from a cipher C1 in this case. There is the approach of the code accompanied by a chain like the CBC mode as one of the

approach of the. About the CBC mode, it is detailed to p70 in Shin-ichi Ikeno and Kenji Koyama collaboration "present age code theoretical" IECE 1986.
[0062] moreover -- although hardware magnitude is reduced with the gestalt 1 of operation when the 1st encryption IC 54 is equipped with the code function E and the 2nd encryption IC 56 is equipped with the inverse function D -- that -- the very thing is not the essence of this invention, as mentioned above. That is, it is a matter to determine in relation with the circuit magnitude permitted by these encryption 54 and ICs 56, the class of encryption algorithm, etc., for example, each may own both cryptographic algorithm E and the inverse transformation algorithm D, and the inverse transformation algorithm D may be used for the informational decode to which cryptographic algorithm E was sent by encryption of a random number from the phase hand-loom machine. This invention is because the description is in the point of having secured the safety of secret communication by IC-izing the component in connection with generation of the data transfer key K directly at least.
[0063] Moreover, in the gestalt 1 of operation, the random number R1 in a step (1) may be generated within the 1st encryption IC 54. By this, possibility of using the 1st encryption IC 54 as a decryptor can be abolished, and it can consider as safer encryption equipment. That is, with the gestalt 1 of operation, a random number R1 is generated in the exterior of the 1st encryption IC 54, and the 1st encryption IC 54 outputs a cipher C1 based on this random number R1. Although this cipher C1 is influenced of the random number R3 generated inside the 1st encryption IC 54, when a random number R3 is not a value random enough, it will become possible to abuse the 1st encryption IC 54 as a decryptor. Therefore, by generating a random number R1 within the 1st encryption IC 54, the possibility of the attack described above disappears and this encryption equipment will become safer.
(Gestalt 2 of operation) Next, the gestalt 2 of operation is shown as a modification of the step in the gestalt 1 of operation shown in drawing 1 . The object and effectiveness are the same as the gestalt 1 of operation. Moreover, it is comparable as the gestalt 1 of operation shown in drawing 2 also as hardware magnitude. With the gestalt 1 of operation, response data were enciphered and it communicated without enciphering challenge data, but with the gestalt 2 of operation, it communicates without enciphering challenge data and enciphering response data. It explains focusing on the point which is different from the gestalt 1 of operation.
[0064] Drawing 3 is drawing showing the processing sequence in the gestalt 2 of the operation which performs mutual recognition, share-izing of a data transfer key, and cryptocommunication of data between the 1st device 71 equipped with the encryption equipment concerning this invention, and the 2nd device 72. The case where the digital work mj is transmitted is shown to the 2nd device 72 from the 1st device 71 by drawing 3 .
[0065] MPU73, the 1st encryption IC74 and MPU75, and the 2nd encryption IC 76 correspond to MPU53 in the gestalt 1 of operation, the 1st encryption IC54 and

MPU55, and the 2nd encryption IC 56, and are the same as that of the case of the gestalt 1 of operation about a hardware configuration except for a difference of procedure. Hereafter, according to the step number shown in drawing 3 , actuation of the encryption equipment in the gestalt 2 of operation is explained.

[0066] (1) While generating and memorizing a random number R1 (32 bits) in MPU73 of the 1st device 71, transmit to the 2nd device 72 through the transmitting section (not shown by a diagram) of the 1st device 71. This is passed to the 2nd encryption IC 76 by the 2nd device 72.

(2) Like a step (1), while generating and memorizing a random number R2 (32 bits) in MPU75 of the 2nd device 72, transmit to the 1st device 71 through the transmitting section (not shown by a diagram) of the 2nd device 72. This is passed to the 1st encryption IC 74 by the 1st device 71.

[0067] (3) In the 1st encryption IC 74, generate a random number R3 (32 bits), and store in the field which cannot be accessed from the exterior. The random number R2 received from said 2nd device 72 and said random number R3 are combined, and it enciphers with E function. The authentication key S of the secrecy currently beforehand held in common by the 1st encryption IC 74 and the 2nd encryption IC 76 is used for encryption. The 1st encryption IC 74 transmits the encryption result C1 (64 bits) to the 2nd device 72.

[0068] (4) Like a step (3), in the 2nd encryption IC 76, generate a random number R4 (32 bits), and store in the field which cannot be accessed from the exterior. The random number R1 received from said 1st device 71 and said random number R4 are combined, and it decrypts with the inverse transformation algorithm D. Said authentication key S is used for decode. The 2nd encryption IC 76 transmits the decode result C2 (64 bits) to the 1st device 71.

[0069] (5) Encipher the decode sentence C2 which received from said 2nd encryption IC 76 with said authentication key S in the 1st encryption IC 74 using said E function. Among 64 bit data of the result, let 32 bits of high orders as the separation data RR1, and let 32 bits of low order be the separation data RR4. And the separation data RR1 store in MPU73 of the 1st device 71 to delivery and the field which cannot be accessed from the outside in the 1st encryption IC 74 on the other hand, without taking out the separation data RR4 outside.

[0070] In addition, the 1st and 2nd encryption IC 76 is mutually regular, when the same authentication key S is held, said separation data RR1 become the same as the random number R1 which MPU73 of said 1st device 71 generated, and said separation data RR4 become the same as the random number R4 which the 2nd encryption IC 76 generated.

(6) Decrypt the cipher C1 received from said 1st encryption IC 74 with said authentication key S in the 2nd encryption IC 76 like a step (6) using said inverse transformation algorithm D. Let 32 bits of high orders of 64 bit data of the result as the separation data RR2, and let 32 bits of low order be the separation data RR3. And

the separation data RR2 store in MPU75 of the 2nd device 72 to delivery and the field which cannot be accessed from the outside in the 2nd encryption IC 76 on the other hand, without taking out the separation data RR3 outside.

[0071] In addition, the 1st and 2nd encryption IC 76 is mutually regular, when the same authentication key S is held, said separation data RR2 become the same as the random number R2 which MPU75 of said 2nd device 72 generated, and said separation data RR3 become the same as the random number R3 which the 1st encryption IC 74 generated.

(7) When the separation data RR1 received from said R1 memorized and 1st [said] encryption IC 74 in MPU73 of the 1st device 71 are compared and it is in agreement, attest the 2nd device 72 by which the 2nd encryption IC 76 and the 2nd encryption IC 76 were included with a just device.

[0072] (8) When the separation data RR2 received from said R2 memorized and 2nd [said] encryption IC 76 in MPU75 of the 2nd device 72 are compared like a step (8) and it is in agreement, attest the 1st device 71 by which the 1st encryption IC 74 and the 1st encryption IC 74 were included with a just device.

(9) Create the data transfer key K using said random number R3 and said separation data RR4 within the 1st encryption IC 74. By a diagram, both association is used as the data transfer key K (64 bits).

[0073] (10) Create the data transfer key K like the 1st encryption IC 74 like a step (10) using said separation data RR3 and said random number R4 within the 2nd encryption IC 76. By a diagram, both association is used as the data transfer key K (64 bits).

(11) In the 1st encryption IC 74 of the 1st device 71, repeat until it finishes transmitting all the digital works that should transmit the processing which enciphers the blocked digital work mj (64 bits) which is sent from MPU73 using the data transfer key K obtained at the above-mentioned step (9), and transmits the acquired cipher Cj to the 2nd device 72.

[0074] (12) Receive the enciphered above-mentioned digital work Cj (64 bits) which the 1st device 71 transmitted in the 2nd encryption IC 76 of the 2nd device 72 corresponding to a step (11), decrypt using the data transfer key K obtained at the above-mentioned step (10), and send the obtained digital work mmj to MPU75. This decryption is repeated as long as the above-mentioned digital work Cj is transmitted from the 1st device 71.

[0075] Thus, mutual recognition, share-izing of the data transfer key K, and cryptocommunication of data are performed by the encryption equipment of the gestalt 2 of operation between the 1st device 71 and the 2nd device 72 like the case of the gestalt 1 of operation. In addition, as mentioned above, the encryption equipment of the gestalt of this operation and the thing of the gestalt 1 of operation are in agreement in a hardware configuration, and procedure, i.e., connection of each hardware configuration element, only differs from an execution sequence. Therefore,

about the description and its modification of the encryption equipment of this operation gestalt, it can say that it is the same as that of the case of the gestalt 1 of operation.
(Gestalt 3 of operation) There are the following common features in the encryption equipment of the gestalten 1 and 2 of the above operation.
(1) In both devices, two random numbers are generated, respectively, one of these is used for authentication, and other one side is used for generation of the data transfer key K.
(2) The random number used for generation of the data transfer key K is not outputted to the exterior of Encryption IC in a form as it is, and, on the other hand, the random number used for authentication is outputted and opened to the exterior of Encryption IC.
[0076] On the other hand, the encryption equipment of the gestalt 3 of operation explained below generates only one random number, and uses it for the object of both the object for authentication, and for generation of a data transfer key. This is for mitigating the burden of random-number generation within Encryption IC compared with the gestalten 1 and 2 of operation. Moreover, in the interior of Encryption IC, the random-number generation and comparison processing for authentication are performed. That is, it is different from the gestalten 1 and 2 of operation, and carries out by the internal circuitry of Encryption IC not only including generation of a data transfer key but including authentication processing. As mentioned above, this is for coping with improper use of using for decryption of Encryption IC, and can raise the safety of cryptocommunication.
[0077] Drawing 4 is drawing showing the processing sequence in the gestalt 3 of the operation which performs mutual recognition, share-izing of a data transfer key, and cryptocommunication of data between the 1st device 71 equipped with the encryption equipment concerning this invention, and the 2nd device 72. The case where the digital work mj is transmitted is shown to the 2nd device 82 from the 1st device 81 by drawing 4 .
[0078] In addition, also in the gestalt of this operation, the encryption equipment applied to this invention with which each devices 81 and 82 were equipped like the gestalten 1 and 2 of operation is roughly divided, and consists of MPU 83 and 85 and encryption 84 and ICs 86. However, since MPU 83 and 85 achieves only the function to pass the digital work mj to encryption 84 and ICs 86, it can be said that the encryption equipment concerning this invention consists of encryption 84 and ICs 86 substantially.
[0079] The 1st encryption IC 84 and the 2nd encryption IC 86 are the semiconductor ICs of one chip like the gestalten 1 and 2 of a fruit. Hereafter, according to the step number shown in drawing 4 , actuation of the encryption equipment in the gestalt 3 of operation is explained.
(1) While generating and memorizing a random number R1 in the 1st encryption IC 84,

encipher this with E function and transmit a cipher C1 to the 2nd device 82 through the transmitting section (not shown by a diagram) of the 1st device 81. The 2nd encryption IC 86 and the authentication key S of the secrecy currently held in common beforehand are used for encryption. The received cipher C1 is passed to the 2nd encryption IC 86 by the 2nd device 82.

[0080] (2) In the 2nd encryption IC 86, decrypt the received cipher C1 with the inverse transformation algorithm D, and obtain the decode sentence RR1. When the 1st encryption IC 84 and the 2nd encryption IC 86 are the things of normal, this decode sentence RR1 is in agreement with said random number R1.

(3) While generating and memorizing a random number R2 in the 2nd encryption IC 86, combine this with said decode sentence RR1, and decrypt with said inverse transformation algorithm D. Said authentication key S is used for decode. The 2nd encryption IC 86 transmits the decode sentence C2 to the 1st device 81 through the transmitting section (not shown by a diagram) of the 2nd device 82. This is passed to the 1st encryption IC 84 by the 1st device 81.

[0081] (4) In the 1st encryption IC 84, encipher said decode sentence C2 with said E function, and divide the result into the separation data RRR1 and the separation data RR2. In addition, if the separation data RRR1 are the case of an exchange by the just device, they are in agreement with said decode sentence RR1 and random number R1. Moreover, the separation data RR2 are in agreement with said random number R2.

(5) The random number R1 memorized at said step (1) in the 1st encryption IC 84 is compared with said separation data RRR1, and in being in agreement, it attests the justification of the 2nd device 82 including the 2nd encryption IC 86 and the 2nd encryption IC 86.

[0082] (6) In the 1st encryption IC 84, encipher said separation data RR2 with said E function, and transmit to the 2nd device 82. The 2nd device 82 passes this cipher C3 to the 2nd encryption IC 86.

(7) In the 2nd encryption IC 86, decrypt said cipher C3 with said inverse transformation algorithm D, and obtain the decode sentence RRR2.

[0083] (8) In the 2nd encryption IC 86, compare with said decode sentence RRR2 the random number R2 memorized at said step (3), and when in agreement, attest the justification of the 1st device 81 including the 1st encryption IC 84 and the 1st encryption IC 84.

(9) Generate the data transfer key K in the 1st encryption IC 84 by combining said random number R1 and said separation data RR2.

[0084] (10) Generate the data transfer key K in the 2nd encryption IC 86 using said decode sentence RR1 and said random number R2.

(11) In the 1st encryption IC 84 of the 1st device 81, repeat until it finishes transmitting all the digital works that should transmit the processing which enciphers the blocked digital work mj (64 bits) which is sent from MPU83 using the data transfer key K obtained at the above-mentioned step (9), and transmits the acquired cipher Cj

to the 2nd device 82.
[0085] (12) Receive the enciphered above-mentioned digital work Cj (64 bits) which the 1st device 81 transmitted in the 2nd encryption IC 86 of the 2nd device 82 corresponding to a step (11), decrypt using the data transfer key K obtained at the above-mentioned step (10), and send the obtained digital work mmj to MPU85. This decryption is repeated as long as the above-mentioned digital work Cj is transmitted from the 1st device 81.
[0086] Thus, mutual recognition, share-izing of the data transfer key K, and cryptocommunication of data are performed by the encryption equipment of the gestalt 3 of operation between the 1st device 71 and the 2nd device 72 like the case of the gestalten 1 and 2 of operation. In addition, in the above-mentioned step (1), (2), (6), and (7), association of two random numbers is enciphered in encryption of one random number, a step (3), and (4). When using E function of 64-bit width of face, and the inverse transformation algorithm D, it is good to pad the value of 32 bits of immobilization to the 32-bit remaining input about the former, using each random number as 32 bits. For example, it is making a random number into low order 32 BITSU, and making 32 bits of high orders into zero altogether fixed etc. Moreover, about the latter, it is good to input united 64 bits into each function as they are.
[0087] Moreover, when making bit length of each random number into double 64 bits, the former should just perform the code which inputs into a function as it is, repeats each function twice, and uses it about the latter, for example, has a chain like the CBC mode. In the gestalt 3 of the operation described above, it differs in the gestalten 1 and 2 of operation, and the random number for authentication and the random number for share-izing of a data transfer key are made to serve a double purpose. And comparison processing for the random-number generation for authentication or authentication is performed within Encryption IC. Therefore, since a random number does not appear besides Encryption IC if it remains as it is, it is more safe to an attack using Encryption IC as a decoder. Moreover, the number of bits of each random number can secure safety sufficient at least by this.
(Gestalt 4 of operation) Next, the encryption equipment concerning the gestalt 4 of operation is explained.
[0088] This equipment is the operation gestalt which pursued miniaturization of Encryption IC, and is different from the gestalten 1-3 of the above-mentioned implementation in the point which has adopted one direction authentication, and the point that a data transfer key is exhibited. However, cryptographic algorithm E and its inverse transformation algorithm D are premised on being made secrecy. Drawing 5 is drawing showing the processing sequence in the case of transmitting the digital work mj to the 2nd device 92 from the 1st device 91.
[0089] Drawing 6 is the block diagram showing the hardware configuration of the 1st encryption IC 94.
(1) First, the random-number generation section 101 of the 1st encryption IC 94

transmits to the 2nd device 92 through the external I/F section 100 while it generates the random number R1 combining and [challenge] and a data transfer key and stores it in the random-number storing section 102.
(2) To the received random number R1, decrypt the 2nd encryption IC 96 using the 1st encryption IC 94 and the authentication key S owned in common beforehand, and it transmits the obtained decode sentence C1 to the 1st device 91.
[0090] (3) Encipher the E function 106 in the 1st encryption IC 94 using the same thing as the above-mentioned authentication key S beforehand stored in the authentication key S storing section 103 to the decode sentence C1 which received through the external I/F section 100 and a switch 105. The data RR1 obtained as a result are sent to a comparator 108 through a switch 107, and are compared with the random number R1 currently held at the random-number storing section 102 here.
[0091] (4) Since it can attest with the 2nd device 92 being a just device when in agreement as a result, a comparator 108 controls a switch 104 so that the random number R1 currently held at the random-number storing section 102 is used as a data transfer key.
(5) Encipher using the random number R1 sent through a switch 104 to the digital work mj sent through the external I/F section 100 and a switch 105 from MPU93, and transmit the E function 106 to the 2nd device 92 through a switch 107 and the external I/F section 100.
[0092] (6) In the 2nd encryption IC 96 of the 2nd device 92, to the digital work Cj sent from the 1st device 91, decrypt using the random number R1 received at the above-mentioned step (2) as a data transfer key, and send the obtained digital work mmj to MPU95. Thus, with the gestalt of this operation, authentication, share-izing of a data transfer key, and cryptocommunication are realized by the steps and components of the gestalten 1-3 of operation fewer than a case.
[0093] In addition, since the random number R1 transmitted to the 2nd device 92 from the 1st device 91 is used as a data transfer key as it is, a data transfer key may be easily known for the gestalt of this operation by the 3rd person. However, since cryptographic algorithm E and its inverse transformation algorithm D are made into secrecy as mentioned above even if the 3rd person who got to know the data transfer key is going to intercept and decrypt the digital work Cj, the attempt is not successful.
[0094] Moreover, since a means only for the random-number generation section 101 to be able to store the new random number R1 in the random-number storing section 102, and to store the new random number R1 in the random-number generation section 101 from the outside of this 1st encryption IC 94 does not exist even if that 3rd person is going to decode cryptographic algorithm by forging the convenient random number R1, that attempt is not successful, either. Thus, if cryptographic algorithm and its inverse transformation algorithm are made into secrecy, authentication, generation of a data transfer key, and cryptocommunication are realizable with compact encryption IC like the gestalt of this operation.

[0095] In addition, in the gestalten 1-4 of the above-mentioned implementation, the following is desirable as an approach (it is made to memorize) of setting the authentication key S as Encryption IC. That is, some authentication keys S are beforehand set up at the time of manufacture of Encryption IC, and the part which remains is the approach of writing in after manufacture of the encryption IC. A part of authentication key S storing section 64 is constituted from a mask ROM which wrote in some authentication keys S beforehand, and, specifically, the part which remains consists of postscripts ROM which can be written in programmably.
[0096] When constituted only from a mask ROM, this Since through a help for creation of the final encryption IC, while it is safe When there is a fault that the analysis of the set point is easy, in the chip analysis by reverse engineering and it constitutes from postscript ROM on the other hand Since a help is minded and there is a fault that a mistake mixes or injustice becomes possible while the analysis by the reverse engineering of the set point is difficult, it is for compensating both fault of them.
[0097] Moreover, it may be as follows as an example of the cryptographic algorithm in the cryptocommunication of the gestalten 1-4 of the above-mentioned implementation. A digital work is divided into a 64-bit block by the transmitting side, and said data transfer key K (64 bits) and exclusive OR for every bit are taken. The result is made into a cipher. A receiving side should just take similarly the exclusive OR of the 64-bit cipher and the data transfer key K which were received. The block of a basis decodes by this.
[0098] Moreover, the data transfer key K is not considered as immobilization, but there is also the approach of updating the data transfer key K used, while taking a synchronization by the transmitting side and the receiving side for these the blocks of every. For the updating, said E function and inverse transformation algorithm D may be used. The code/decode within a block may be the exclusive ORs described previously. Moreover, although it sets in the gestalten 1-4 of the above-mentioned implementation and some examples of a challenge response mold are shown as the authentication approach, this invention is not restricted to these examples. For example, you may be another example of the challenge response mold of generating a random number by the encryption IC by the side of authentication, sending this as challenge data, and comparing the response data for reference which are an authentication side with the response data returned from the certification side, and were generated.
[0099] in addition -- although the technique of carrying out authentication and cryptocommunication to insurance on a scale of a small circuit was indicated in the gestalten 1-4 of the above-mentioned implementation -- the reinforcement of safety -- therefore, it cannot be overemphasized that required circuit magnitude has the relation of a trade-off. Therefore, the safety of cryptocommunication can be strengthened with carrying out additional installation of a new conversion means to

perform data-conversion F() for the following objects when allowances are in the circuit magnitude which can be mounted in MPU or Encryption IC.
(1) One of them is making a transmission line neither the challenge data of a plaintext nor the response data of a plaintext flow.
[0100] For example, in the processing sequence (a step (1), (3), (6), (7)) with which the 1st device 51 shown in drawing 1 attests the 2nd device 52, it changes as follows. In a step (6), the 2nd encryption IC 56 does not send the separation data RR1 to MPU53, but gives predetermined conversion F() to the separation data RR1, and sends the data F (RR1) obtained as a result to MPU53.
[0101] In a step (7), MPU53 does not compare a random number R1 with the separation data RR1, but gives the same conversion F() as what was used for the random number R1 at the above-mentioned step (6), and compares the data F (R1) obtained as a result with the data F (RR1) sent from the 2nd encryption IC 56. Since it is avoided that a part of cipher C1 and its plaintext RR1 flow a transmission line, the safety to a known plaintext attack is strengthened with doing in this way.
(2) Another is making it not use challenge data as a data transfer key as it is.
[0102] For example, in the step (5) shown in drawing 5 , the 1st encryption IC 94 gives predetermined conversion F() to a random number R1, not using a random number R1 as a data transfer key as it is, and uses the data F (R1) obtained as a result as a data transfer key. Similarly, in a step (6), the 2nd encryption IC 96 gives the same conversion F() as what was used for the random number R1 at the above-mentioned step (5), not using a random number R1 as a data transfer key as it is, and uses the data F (R1) obtained as a result as a data transfer key.
[0103] The data transfer key F (R1) can be kept secret, and the safety of cryptocommunication is strengthened with doing in this way.
(3) Another is complicating joint processing further. For example, in the step (9) shown in drawing 1 , the 1st encryption IC 54 gives these [R3 and RR4] predetermined conversion F() rather than only combines a random number R3 and the separation data RR4 in the direction of a digit, and uses as the data transfer key K the data F (R3, RR4) obtained as a result.
[0104] Similarly, in a step (10), the 2nd encryption IC 56 does not only combine a random number R4 and the separation data RR3 in the direction of a digit, but gives the same conversion F() as what was used for these [R4 and RR3] at the above-mentioned step (9), and uses as the data transfer key K the data F (R3, RR4) obtained as a result. The generation procedure of the data transfer key K is complicated, and the safety of cryptocommunication is strengthened with doing in this way.
(Example of adaptation to concrete communication system) As mentioned above, the encryption equipment concerning this invention is equipped with the small encryption IC of magnitude, and has a necessary minimum function for securing the safety of the communication link between devices. Therefore, this encryption equipment is suitable

equipment for the communication equipment with which secret communication is needed and a small thing is demanded, for example, the multimedia related equipment treating a portable telephone or a digital work etc.

[0105] Drawing 7 is drawing showing the example of application to the concrete communication system of the encryption equipment concerning this invention, and shows a general view of the regeneration system of digital works, such as a film. This system consists of SCSI cable 116 grade which connects the optical disk drive equipment 110 corresponding to the 1st device in the above-mentioned operation gestalt, the picture reproducer 111 corresponding to the 2nd device, and them. It is the system which enciphers the compression image data read with optical disk drive equipment 110, transmits to picture reproducer 111, and carries out image reproduction there.

[0106] Drawing 8 is the block diagram showing the configuration of optical disk drive equipment 110. MPU124 by which optical disk drive equipment 110 controls the whole equipment, The SCSI controller 121 which is a communication interface with picture reproducer 111, The read-out control section 122 which controls the optical head 125, and reads and controls image data from an optical disk 115, It consists of encryption IC 123 equivalent to the encryption IC of the 1st device in the above-mentioned operation gestalten 1-4. After picture reproducer 111 attests that it is a just device, the image data recorded on the optical disk 115 are read, and it enciphers in encryption IC 123, and transmits to picture reproducer 111 through the SCSI cable 116.

[0107] Drawing 9 is drawing showing a general view of the circuit board mounted in the interior of optical disk drive equipment 110. Encryption IC 123 is LSI formed in one silicon substrate, and is carrying out the configuration of the flat package by which the mould was carried out with plastics. Drawing 10 is the block diagram showing the configuration of picture reproducer 111. MPU131 by which picture reproducer 111 controls the whole equipment, and the SCSI controller 130 which is a communication interface with optical disk drive equipment 110, The encryption IC 132 equivalent to the encryption IC of the 2nd device of the above-mentioned operation gestalten 1-4 It consists of an MPEG decoder 133 which elongates the compression image data decoded by encryption IC 132, and the AV signal-processing section 134 which changes the elongated image data into an analog video signal, and carries out a video output to CRT112 and a loudspeaker 114.

[0108] The digital work recorded on the optical disk 115 by applying the encryption equipment concerning this invention to such an image regeneration system is protected from an illegal copy etc., and the healthy development in the secondary market of a multimedia related product can be expected.

[0109]

[Effect of the Invention] The encryption equipment concerning this invention so that clearly from the above explanation A 1st random-number generation means to be

encryption equipment with which the device which performs share-izing of a data transfer key and cryptocommunication using the data transfer key is equipped, and to generate the 1st random number for share-izing of said data transfer key, A 1st random-number maintenance means to hold the 1st random number generated by said 1st random-number generation means, A 1st transmitting means to transmit the 1st random number generated by said 1st random-number generation means to the phase hand-loom machine of said cryptocommunication, the 1st random number held at said 1st random-number maintenance means -- using -- the time -- said strange data transfer key -- generating -- data transfer -- a key -- generation -- a means -- It has a transfer data encryption means to encipher using said data transfer key to the transfer data set as the object of cryptocommunication. Said 1st random-number generation means, said 1st random-number maintenance means, said data transfer key generation means, and said transfer data encryption means are realized in the circuit in one IC, and said 1st random-number maintenance means is characterized by holding said 1st random number to the field which cannot be accessed from the outside of said IC.

[0110] since the 1st random number relevant to generation of a data transfer key is directly held by this inside [which cannot be accessed from the outside] Encryption IC -- the time -- a strange data transfer key -- each device -- insurance -- sharing -- having -- cryptocommunication -- carrying out -- having . Moreover, since Encryption IC has a necessary minimum function for securing the safety of the communication link between devices, it is realizable in a small circuit.

[0111] Here, said encryption equipment is equipped with a 1st encryption means to encipher further the 1st random number generated by said 1st random-number generation means, said 1st encryption means is realized in the circuit in said IC, and said 1st transmitting means can also be supposed that the 1st random number enciphered with said 1st encryption means is transmitted to said phase hand-loom machine. Thereby, since it becomes impossible for the 3rd person to know the 1st random number relevant to generation of a data transfer key directly, the secrecy nature of a data transfer key is maintained, and cryptocommunication will be maintained even if cryptographic algorithm and its inverse transformation algorithm are known.

[0112] Said device is what said phase hand-loom machine attests mutually that it is a just device with by the communication link based on the Challenge Handshake Authentication Protocol of a challenge response mold here. A 2nd random-number generation means by which said encryption equipment generates further the 2nd random number for challenge data transmitted to said phase hand-loom machine, It judges whether the response data answered from said phase hand-loom machine to said challenge data and said 2nd random number are in agreement. When in agreement, it has an authentication means to attest with said phase hand-loom machine being a just device, and said data transfer key generation means can also be supposed that

said data transfer key is generated when said authentication is made.
[0113] By this, when the mutual recognition between devices is successful, the data transfer key of normal will be generated simultaneously, and the safety of secret communication improves. Here, it can also be supposed that said 2nd random-number generation means and said authentication means are realized in the circuit besides said IC. Thereby, directly, since the processing section irrelevant to generation of the part irrelevant to the safety of communication system, i.e., a data transfer key, is prepared out of Encryption IC, it is controlled that the magnitude of Encryption IC becomes large unnecessarily.
[0114] A decryption means by which said encryption equipment decrypts the enciphered joint data which have been sent from said phase hand-loom machine further here, A separation means to divide the decrypted joint data into the 1st separation data equivalent to response data, and the 2nd separation data which remain, It has a 2nd transmitting means to answer said phase hand-loom machine in said 1st separation data. Said 1st encryption means Said 1st random number and said 2nd random number are combined, and the joint data obtained as a result are enciphered. Said data transfer key generation means By combining said 1st random number and said 2nd separation data, said data transfer key can be generated and it can also be supposed that said decryption means and said separation means are realized in the circuit in said IC.
[0115] Moreover, a 2nd transmitting means for said encryption equipment to use said 2nd random number as challenge data further, and to transmit to said phase hand-loom machine, A decryption means to decrypt the enciphered joint data which have been sent from said phase hand-loom machine, It has a separation means to divide the decrypted joint data into the 1st separation data equivalent to response data, and the 2nd separation data which remain. Said authentication means Said decision and authentication are carried out as response data answered from said phase hand-loom machine in said 1st separation data. Said 1st encryption means The challenge data transmitted from said phase hand-loom machine and said 1st random number are combined, and the joint data obtained as a result are enciphered. Said data transfer key generation means By combining said 1st random number and said 2nd separation data, said data transfer key can be generated and it can also be supposed that said decryption means and said separation means are realized in the circuit in said IC.
[0116] This has a necessary minimum function for securing the safety of the communication link between devices, and encryption equipment equipped with the small encryption IC of magnitude is realized. Here, it can also be supposed that the algorithm of encryption by said transfer data encryption means is characterized by being the same as that of at least one thing of said 1st encryption means and said decryption means.
[0117] Since this becomes possible to make serve a double purpose and mount a transfer data encryption means, the 1st encryption means, and a decryption means by

one converter, the circuit magnitude of Encryption IC is reduced. Here, the algorithm of encryption by said transfer data encryption means differs from anything of said 1st encryption means and said decryption means, and can also be simplified rather than which thing.

[0118] Thereby, since the size of transfer data is large, even if it is a case so that the encryption may be repeated repeatedly, the nonconformity that a data transfer time will benefit encryption long substantially is avoided. Here, said transfer data encryption means can also presuppose that said transfer data are enciphered using a break and the part to which said data transfer key corresponds to each block to the block of fixed length.

[0119] This becomes possible also to the cryptocommunication of the large transfer data of data size to apply this encryption equipment. Here, said transfer data encryption means can also be supposed that said encryption is performed by taking the exclusive OR of said block and part to which said data transfer key corresponds.

[0120] It enables this to realize a transfer data encryption means in a simple logical circuit. Here, also suppose that the code in said 1st encryption means and a decryption with said decryption means are the same conversion algorithms. This becomes possible to make serve a double purpose and mount the 1st encryption means and a decryption means by one converter, and the circuit magnitude of Encryption IC is reduced.

[0121] Here, said 1st encryption means and said decryption means perform said encryption and decryption using the key data beforehand held in said IC, a part of the key data is stored in the mask-ROM field in said IC, and it can also be supposed that the part which remains is stored in the postscript ROM field in said IC. It enables this to compensate an authentication key with the fault at the time of constituting only from a mask ROM, and the fault at the time of constituting from postscript ROM.

[0122] Said device is what said phase hand-loom machine attests mutually that it is a just device with by the communication link based on the Challenge Handshake Authentication Protocol of a challenge response mold here. A decryption means by which said encryption equipment decrypts the enciphered joint data which have been sent from said phase hand-loom machine to said challenge data further, A separation means to divide the decrypted joint data into the 1st separation data equivalent to response data, and the 2nd separation data which remain, An authentication means to judge whether said 1st random number and said 1st separation data are in agreement, and to attest with said phase hand-loom machine being a just device when in agreement, A 2nd encryption means to encipher said 2nd separation data when said authentication is made, It has a 2nd transmitting means to answer said phase hand-loom machine by using said enciphered 2nd separation data as response data. Said data transfer key generation means By combining said 1st random number and said 2nd separation data, said data transfer key can be generated and it can also be supposed that said decryption means, said separation means, and said 2nd encryption

means are realized in the circuit in said IC.

[0123] Since only one random number is generated and it is used for the object of both the object for authentication, and for generation of a data transfer key by this, the circuit magnitude for random-number generation with encryption equipment is mitigated. Moreover, since the random-number generation and comparison processing for authentication are performed in the interior of Encryption IC, the safety of cryptocommunication is raised.

[0124] Moreover, this invention is communication system which consists of the transmitters and receivers which perform share-izing of a data transfer key, and cryptocommunication which used the data transfer key, and can also be supposed that these transmitters and a receiver are equipped with the above-mentioned configuration, respectively. A cryptocommunication system with high safety is directly realized by two random numbers relevant to not being transmitted and received if the random number relevant to generation of that a data transfer key is generated while mutual recognition is performed between a transmitter and a receiver by this, and a data transfer key remains as it is directly, and generation of a data transfer key suitable to realize using the small encryption IC of magnitude, since it is provided from a transmitter and a receiver, respectively.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the processing sequence of the encryption equipment concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing the hardware configuration of the 1st encryption IC 54 shown in drawing 1 .

[Drawing 3] It is drawing showing the processing sequence of the encryption equipment concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 4] It is drawing showing the processing sequence of the encryption equipment concerning the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the processing sequence of the encryption equipment concerning the gestalt of operation of the 4th of this invention.

[Drawing 6] It is the block diagram showing the hardware configuration of the 1st encryption IC 94 shown in drawing 5 .

[Drawing 7] It is drawing showing the example of application to the concrete communication system of the encryption equipment concerning this invention.

[Drawing 8] It is the block diagram showing the configuration of the optical disk drive equipment 110 shown in drawing 7 .

[Drawing 9] It is drawing showing a general view of the circuit board mounted in the interior of this optical disk drive equipment 110.
[Drawing 10] It is the block diagram showing the configuration of the picture reproducer 111 shown in drawing 7 .
[Drawing 11] It is drawing showing the processing sequence of the one direction authentication concerning the 1st conventional technique.
[Drawing 12] It is drawing showing the processing sequence of the bidirectional authentication concerning the 2nd conventional technique.
[Description of Notations]
51, 71, 81, 91 The 1st device
52, 72, 82, 92 The 2nd device
53, 73, 83, 93 MPU of the 1st device
54, 74, 84, 94 1st encryption IC
55, 75, 85, 95 MPU of the 2nd device
56, 76, 86, 96 2nd encryption IC
59 Data Transfer Key K Generation Section
60,101 Random-number generation section
61,100 External I/F section
62,102 Random-number storing section
63 Bond Part
64,103 Authentication key S storing section
65, 66, 68,104,105,107 Switch
67,106 E function
69 Separation Section
70 Data Transfer Key K Storing Section
108 Comparator
110 Optical Disk Drive Equipment
111 Picture Reproducer
121 SCSI Controller
122 Control Section
123 Encryption IC
124 MPU
125 Optical Head
130 SCSI Controller
131 MPU
132 Encryption IC
133 MPEG Decoder
134 AV Signal-Processing Section

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報**（Ａ）　(11)特許出願公開番号

特開平10－51439

(43)公開日　平成10年(1998)２月20日

(51)Int.Cl.[6]		識別記号	庁内整理番号	ＦＩ		技術表示箇所
Ｈ０４Ｌ	9/10			Ｈ０４Ｌ	9/00	６２１Ａ
Ｇ０９Ｃ	1/00	６６０	7259－5Ｊ	Ｇ０９Ｃ	1/00	６６０Ａ
Ｈ０４Ｌ	9/08			Ｈ０４Ｌ	9/00	６０１Ａ
	9/32					６０１Ｃ
						６０１Ｅ

審査請求　未請求　請求項の数22　ＯＬ　（全 22 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平9－129972

(22)出願日　平成９年(1997)５月20日

(31)優先権主張番号　特願平8－126751

(32)優先日　平８(1996)５月22日

(33)優先権主張国　日本（ＪＰ）

(71)出願人　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者　松崎　なつめ
大阪府門真市大字門真1006番地　松下電器産業株式会社内

(72)発明者　原田　俊治
大阪府門真市大字門真1006番地　松下電器産業株式会社内

(72)発明者　館林　誠
大阪府門真市大字門真1006番地　松下電器産業株式会社内

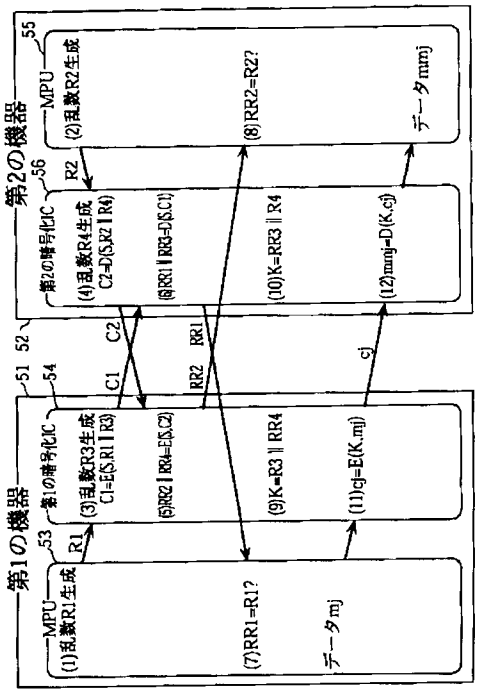
(74)代理人　弁理士　中島　司朗

(54)【発明の名称】　暗号化装置

(57)【要約】

【課題】　規模の小さな暗号化ＩＣを備え、機器間通信の安全性を確保するための必要最小限の機能を有する暗号化装置を提供する。

【解決手段】　第１の機器５１において、第１の暗号化ＩＣ５４は、第２の機器を認証する過程（ステップ(1)、(3)、(6)，(7)）で生成した乱数Ｒ３と、自らの正当性を第２の機器５２に対して証明する過程（ステップ(2)、(4)、(5)，(8)）で獲得した乱数ＲＲ４とを結合することで時変のデータ転送鍵を生成し（ステップ(9)）、そのデータ転送鍵を用いてデジタル著作物を暗号化し、第２の機器５２に転送する（ステップ(11)）。



【特許請求の範囲】

【請求項１】　データ転送鍵の共有化とそのデータ転送鍵を用いた暗号通信を行なう機器に備えられる暗号化装置であって、
前記データ転送鍵の共有化のための第１乱数を生成する第１乱数生成手段と、
前記第１乱数生成手段により生成された第１乱数を保持する第１乱数保持手段と、
前記第１乱数生成手段により生成された第１乱数を前記暗号通信の相手機器に送信する第１送信手段と、
前記第１乱数保持手段に保持された第１乱数を用いて時変の前記データ転送鍵を生成するデータ転送鍵生成手段と、
暗号通信の対象となる転送データに対して前記データ転送鍵を用いて暗号化する転送データ暗号化手段とを備え、
前記第１乱数生成手段、前記第１乱数保持手段、前記データ転送鍵生成手段及び前記転送データ暗号化手段は、１個のＩＣ内の回路で実現され、
前記第１乱数保持手段は、前記ＩＣの外部からアクセスできない領域に前記第１乱数を保持することを特徴とする暗号化装置。

【請求項２】　前記暗号化装置はさらに、前記第１乱数生成手段により生成された第１乱数を暗号化する第１暗号化手段を備え、
前記第１暗号化手段は、前記ＩＣ内の回路で実現され、
前記第１送信手段は、前記第１暗号化手段で暗号化された第１乱数を前記相手機器に送信することを特徴とする請求項１記載の暗号化装置。

【請求項３】　前記機器は、チャレンジレスポンス型の認証プロトコルに基づく通信により相互に前記相手機器が正当な機器であることを認証し合うものであり、
前記暗号化装置はさらに、
前記相手機器に送信するチャレンジデータ用の第２乱数を生成する第２乱数生成手段と、
前記チャレンジデータに対して前記相手機器から返信されてきたレスポンスデータと前記第２乱数とが一致するか否かを判断し、一致した場合に前記相手機器は正当な機器であると認証する認証手段とを備え、
前記データ転送鍵生成手段は、前記認証がなされた場合に前記データ転送鍵を生成することを特徴とする請求項２記載の暗号化装置。

【請求項４】　前記第２乱数生成手段及び前記認証手段は、前記ＩＣ外の回路で実現されていることを特徴とする請求項３記載の暗号化装置。

【請求項５】　前記暗号化装置はさらに、
前記相手機器から送られてきた暗号化された結合データを復号化する復号化手段と、
復号化された結合データをレスポンスデータに相当する第１分離データと残る第２分離データとに分離する分離手段と、
前記第１分離データを前記相手機器に返信する第２送信手段とを備え、
前記第１暗号化手段は、前記第１乱数と前記第２乱数とを結合し、その結果得られた結合データを暗号化し、
前記データ転送鍵生成手段は、前記第１乱数と前記第２分離データとを結合することにより、前記データ転送鍵を生成し、
前記復号化手段及び前記分離手段は、前記ＩＣ内の回路で実現されていることを特徴とする請求項４記載の暗号化装置。

【請求項６】　前記暗号化装置はさらに、
前記第２乱数をチャレンジデータとして前記相手機器に送信する第２送信手段と、
前記相手機器から送られてきた暗号化された結合データを復号化する復号化手段と、
復号化された結合データをレスポンスデータに相当する第１分離データと残る第２分離データとに分離する分離手段とを備え、
前記認証手段は、前記第１分離データを前記相手機器から返信されてきたレスポンスデータとして前記判断及び認証をし、
前記第１暗号化手段は、前記相手機器から送信されてきたチャレンジデータと前記第１乱数とを結合し、その結果得られた結合データを暗号化し、
前記データ転送鍵生成手段は、前記第１乱数と前記第２分離データとを結合することにより、前記データ転送鍵を生成し、
前記復号化手段及び前記分離手段は、前記ＩＣ内の回路で実現されていることを特徴とする請求項４記載の暗号化装置。

【請求項７】　前記転送データ暗号化手段による暗号化のアルゴリズムは、前記第１暗号化手段及び前記復号化手段の少なくとも１つのものと同一であることを特徴とする請求項５又は６記載の暗号化装置。

【請求項８】　前記転送データ暗号化手段による暗号化のアルゴリズムは、前記第１暗号化手段及び前記復号化手段のいずれのものとも異なり、かつ、いずれのものよりも簡易であることを特徴とする請求項５又は６記載の暗号化装置。

【請求項９】　前記転送データ暗号化手段は、前記転送データを一定長のブロックに区切り、各ブロックに対して前記データ転送鍵の対応する部分を用いて暗号化することを特徴とする請求項８記載の暗号化装置。

【請求項１０】　前記転送データ暗号化手段は、前記ブロックと前記データ転送鍵の対応する部分との排他的論理和をとることにより、前記暗号化を行なうことを特徴とする請求項９記載の暗号化装置。

【請求項１１】　前記第１暗号化手段での暗号と前記復号化手段での復号化とは、同一の変換アルゴリズムであ

ることを特徴とする請求項１０記載の暗号化装置。
【請求項１２】　前記第１暗号化手段及び前記復号化手段は、予め前記ＩＣ内に保持された鍵データを用いて前記暗号化及び復号化を行い、
その鍵データの一部は、前記ＩＣ内のマスクＲＯＭ領域に格納され、残る一部は、前記ＩＣ内の追記ＲＯＭ領域に格納されていることを特徴とする請求項１１記載の暗号化装置。
【請求項１３】　前記機器は、チャレンジレスポンス型の認証プロトコルに基づく通信により相互に前記相手機器が正当な機器であることを認証し合うものであり、
前記暗号化装置はさらに、
前記チャレンジデータに対して前記相手機器から送られてきた暗号化された結合データを復号化する復号化手段と、
復号化された結合データをレスポンスデータに相当する第１分離データと残る第２分離データとに分離する分離手段と、
前記第１乱数と前記第１分離データとが一致するか否かを判断し、一致した場合に前記相手機器は正当な機器であると認証する認証手段と、
前記認証がなされた場合に前記第２分離データを暗号化する第２暗号化手段と、
暗号化された前記第２分離データをレスポンスデータとして前記相手機器に返信する第２送信手段とを備え、
前記データ転送鍵生成手段は、前記第１乱数と前記第２分離データとを結合することにより、前記データ転送鍵を生成し、
前記復号化手段、前記分離手段及び前記第２暗号化手段は、前記ＩＣ内の回路で実現されていることを特徴とする請求項２記載の暗号化装置。
【請求項１４】　前記転送データ暗号化手段による暗号化のアルゴリズムは、前記第１暗号化手段、前記第２暗号化手段及び前記復号化手段の少なくとも１つのものと同一であることを特徴とする請求項１３記載の暗号化装置。
【請求項１５】　前記転送データ暗号化手段による暗号化のアルゴリズムは、前記第１暗号化手段、前記第２暗号化手段及び前記復号化手段のいずれのものとも異なり、かつ、いずれのものよりも簡易であることを特徴とする請求項１３記載の暗号化装置。
【請求項１６】　前記転送データ暗号化手段は、前記転送データを一定長のブロックに区切り、各ブロックに対して前記データ転送鍵の対応する部分を用いて暗号化することを特徴とする請求項１５記載の暗号化装置。
【請求項１７】　前記転送データ暗号化手段は、前記ブロックと前記データ転送鍵の対応する部分との排他的論理和をとることにより、前記暗号化を行なうことを特徴とする請求項１６記載の暗号化装置。
【請求項１８】　前記第１暗号化手段及び前記第２暗号化手段での暗号化と前記復号化手段での復号化とは、いずれも同一の変換アルゴリズムであることを特徴とする請求項１７記載の暗号化装置。
【請求項１９】　前記第１暗号化手段、前記第２暗号化手段及び前記復号化手段は、予め前記ＩＣ内に保持された鍵データを用いて前記暗号化及び復号化を行い、
その鍵データの一部は、前記ＩＣ内のマスクＲＯＭ領域に格納され、残る一部は、前記ＩＣ内の追記ＲＯＭ領域に格納されていることを特徴とする請求項１８記載の暗号化装置。
【請求項２０】　データ転送鍵の共有化とそのデータ転送鍵を用いた暗号通信を行なう送信機及び受信機から構成される通信システムであって、
それら送信機及び受信機は、チャレンジレスポンス型の認証プロトコルに基づく通信により相互に相手機器が正当な機器であることを認証し合うものであり、それぞれ、
チャレンジデータ用の第１乱数を生成する第１乱数生成手段と、
前記データ転送鍵用の第２乱数を生成する第２乱数生成手段と、
前記第１乱数と前記第２乱数を結合する結合手段と、
前記結合データを暗号化する暗号化手段と、
暗号化された前記結合データを前記相手機器に送信する第１送信手段と、
前記相手機器の第１送信手段から送信された暗号化された結合データを受信する第１受信手段と、
受信した前記結合データを復号化する復号化手段と、
復号化された前記結合データをレスポンスデータに相当する第１分離データと前記データ転送鍵用の第２分離データに分離する分離手段と、
前記第１分離データをレスポンスデータとして前記相手機器に返信する第２送信手段と、
前記相手機器の第２送信手段から返信された第１分離データを受信する第２受信手段と、
受信した前記第１分離データと前記第１乱数とを比較し、一致している場合に前記相手機器を正当な機器と認証する比較手段と、
前記第２乱数と前記第２分離データとを結合することで、前記データ転送鍵を生成するデータ転送鍵生成手段と、
前記認証がなされた場合に、生成された前記データ転送鍵を用いて前記相手機器と暗号通信を行なう暗号通信手段とを備えることを特徴とする暗号化装置。
【請求項２１】　データ転送鍵の共有化とそのデータ転送鍵を用いた暗号通信を行なう送信機及び受信機から構成される通信システムであって、
それら送信機及び受信機は、チャレンジレスポンス型の認証プロトコルに基づく通信により相互に相手機器が正当な機器であることを認証し合うものであり、それぞ

れ、
チャレンジデータ用の第１乱数を生成する第１乱数生成手段と、
前記第１乱数を前記相手機器に送信する第１送信手段と、
前記相手機器の第１送信手段から送信された第１乱数を受信する第１受信手段と、
前記データ転送鍵用の第２乱数を生成する第２乱数生成手段と、
受信した前記第１乱数と前記第２乱数を結合する結合手段と、
前記結合データを暗号化する暗号化手段と、
暗号化された前記結合データを前記相手機器に返信する第２送信手段と、
前記相手機器の第２送信手段から送信された暗号化結合データを受信する第２受信手段と、
受信した前記結合データを復号化する復号化手段と、
復号化された前記結合データをレスポンスデータに相当する第１分離データと前記データ転送鍵用の第２分離データに分離する分離手段と、
前記第１分離データと前記第１乱数生成手段で生成された前記第１乱数とを比較し、一致している場合に前記相手機器を正当な機器と認証する比較手段と、
前記第２乱数と前記第２分離データとを結合することで、前記データ転送鍵を生成するデータ転送鍵生成手段と、
前記認証がなされた場合に、生成された前記データ転送鍵を用いて前記相手機器と暗号通信を行なう暗号通信手段とを備えることを特徴とする暗号化装置。
【請求項２２】　データ転送鍵の共有化とそのデータ転送鍵を用いた暗号通信を行なう送信機及び受信機から構成される通信システムであって、
それら送信機及び受信機は、チャレンジレスポンス型の認証プロトコルに基づく通信により相互に相手機器が正当な機器であることを認証し合うものであり、
前記送信機は、
第１乱数を生成する第１乱数生成手段と、
前記第１乱数を暗号化する第１暗号化手段と、
暗号化された前記第１乱数を受信機に送信する第１送信手段とを備え、
前記受信機は、
暗号化された前記第１乱数を受信する第１受信手段と、
受信した前記第１乱数を復号化する第１復号化手段と、
第２乱数を生成する第２乱数生成手段と、
前記第１乱数と前記第２乱数を結合することで、結合データを生成する第１結合手段と、
前記結合データを暗号化する第２暗号化手段と、
暗号化された前記結合データを送信機に送信する第２送信手段とを備え、
前記送信機はさらに、
暗号化された前記結合データを受信する第２受信手段と、
受信した前記結合データを復号化する第２復号化手段と、
復号化された前記結合データを前記第１乱数に相当する第１分離データと前記第２乱数に相当する第２分離データとに分離する分離手段と、
前記第１乱数と前記第１分離データとを比較し、一致している場合に前記受信機を正当な機器と認証する第１比較手段と、
前記認証がなされた場合に前記第２分離データを暗号化する第３暗号化手段と、
暗号化された前記第２分離データを前記受信機に送信する第３送信手段と前記第１乱数生成手段で生成された記第１乱数と前記分離手段で得られた第２分離データとを結合することで、前記データ転送鍵を生成する第１データ転送鍵生成手段とを備え、
前記受信機はさらに、
暗号化された前記第２分離データを受信する第３受信手段と、
受信した前記第２分離データを復号化する第３復号化手段と、
復号化された前記第２分離データと前記第２乱数とを比較し、一致している場合に前記送信機を正当な機器と認証する第２比較手段と、
前記認証がなされた場合に前記第１復号化手段で得られた前記第１乱数と前記第２乱数生成手段で生成された第２乱数とを結合することで、前記データ転送鍵を生成する第２データ転送鍵生成手段とを備え、
前記送信機はさらに、
前記第１データ転送鍵生成手段で生成されたデータ転送鍵を用いて転送データを暗号化する第４暗号化手段と、
暗号化された転送データを前記受信機に送信する第４送信手段とを備え、
前記受信機はさらに、
暗号化された前記転送データを前記送信機から受信する第４受信手段と、
前記第２データ転送鍵生成手段で生成されたデータ転送鍵を用いて転送データを復号化する第４復号化手段とを備えることを特徴とする暗号化装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、秘密鍵を共有して暗号通信を行なう通信機器に備えられる暗号化装置に関し、特に、小さい回路規模で実現することができる暗号化装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】通信路を介して通信されているデータが通信路上で不正にコピーされたり改変されることを防ぐことが必要となる場合が数多くある。例えば、映画など

の著作物がディジタル化されさらに情報圧縮され、さらに光ディスク上にディジタル記録されており、これが光ディスク再生装置により電気情報として取り出され、取り出されたデジタル情報が情報伸長装置により伸長され、映像音響再生装置により再生されるような場合である。

【０００３】ここで光ディスク再生装置と情報伸長装置は別々の機器として分離しており、その間がディジタル通信路によりデータ通信される場合、この通信データが著作者の許可なくディジタル情報記録装置により記録され、さらにディジタル情報複製装置により複製されるものであれば、その映画の著作物が不正に複製されることになり、著作権の侵害が起こる。従って通信路を介して通信されているデータが通信路上で不正にコピーされることを防がなければならない。機器内の回路や部品の仕様が一般には公開されないのに対し、データ通信のための電気的特性や信号形式は一般に公開される場合が多いので通信路におけるデータの不正コピーやそれに引き続くデータの改変が大きな問題になる。

【０００４】このような不正行為を排除して安全な通信を確保するための技術については従来より様々なものが知られている。最も代表的なものは相手認証技術を用いるものである。これは基本的にはデータを送出する側が受信する側の正当性を認証し、正当な受信者であることが確認できたときのみにデータを送信することで、デジタル著作物が不正な機器に受信されることを防止するものである。

【０００５】なお、この場合の受信者のように自らの正当性を証明する側を証明者と呼び、またこの場合の送信者のように相手の正当性を確認する側を認証者と呼ぶ。また、前述の光ディスク記録再生に関わる機器のような場合では、特定の機器の間で認証が成功するか否かということよりも、それら機器が光ディスク関連機器の業界によって定められた規格に準拠したものであるか否かが問題となる。従ってこのような場合では、「正当性」とは「所定の規格に準拠すること」を意味する。

（第１の従来技術）第１の具体的な従来技術として、国際標準規格ISO/IEC9798-2に記載される暗号技術を用いた一方向認証方法がある。

【０００６】この認証方法は証明者が認証鍵と呼ばれる秘密のデータを持つことを、その鍵自身を知らせることなく認証者に対して証明することを基本としている。そのためにまず認証者があるデータを選びこれを証明者に対して投げかける。この行為をチャレンジ、投げかけたデータをチャレンジデータと呼ぶ。これに対して証明者は、予め所有していた暗号変換と認証鍵を用いて前記チャレンジデータを暗号化する。そして、暗号化したデータを認証者に返す。この行為をレスポンス、そのデータをレスポンスデータを呼ぶ。

【０００７】このレスポンスデータを受信した認証者は、証明者が所有している暗号変換の逆変換である復号変換と認証鍵を共有しており、証明者から返信されてきたレスポンスデータをその認証鍵と復号変換を用いて復号化する。この結果が前記チャレンジデータと一致すれば受信者は正規の認証鍵を持つものと判断し、証明者の正当性を認証する。一方向認証とは一方の側がその正当性を他方に証明することを意味する。

【０００８】ここで、暗号変換Ｔとは、鍵データＳにより定まる平文集合から暗号文集合への写像である。平文をＸとしたとき暗号文を Ｔ（Ｓ，Ｘ）と書く。同じ鍵データＳにより定まる暗号文集合から平文集合への写像である逆変換ＴＩＮＶとの間には、

ＴＩＮＶ（Ｓ，Ｔ（Ｓ，Ｘ））＝Ｘ

の関係がある。これは平文Ｘを暗号変換し、これを逆変換すると元に戻ることを意味している。暗号変換の逆変換を復号変換と呼ぶ。暗号変換であるためには鍵Ｓの知識がないときに暗号文Ｔ（Ｓ，Ｘ）から平文Ｘを求めるのが困難であることが必要である。なお、慣例により暗号変換をＥ（Ｓ，　）、復号変換をＤ（Ｓ，　）と記す。

【０００９】図１１は、前記規格に記載されている認証方法の一例を示す図である。図１１では、第１の機器１１から第２の機器１２にデジタル著作物ｍｊを転送する場合が示されている。ここでは、第１の機器１１が第２の機器１２の正当性を確認する。以下この従来の一方向認証方法の動作を同図に示されたステップ番号に従って説明する。

【００１０】(1) 第１の機器１１は、乱数Ｒ１を生成する。そしてこれをチャレンジデータとして通信路を介して第２の機器１２に送信する。

(2) 第２の機器１２はこの乱数を受けとると、第２の機器１２に格納されている秘密の認証鍵Ｓを暗号鍵としてこの乱数を暗号化する。そしてその結果Ｃ１をレスポンスデータとして通信路を介して第１の機器１１に送信する。

【００１１】(3) 第１の機器１１はこのレスポンスデータを受け取ると、第１の機器１１に格納されている認証鍵Ｓを復号鍵としてこのレスポンスデータＣ１を復号化する。

(4) 第１の機器１１は、復号の結果ＲＲ１を第１の機器１１内に一時保管されている乱数Ｒ１と比較する。これが一致すれば第１の機器１１は第２の機器１２機器が同じ認証鍵Ｓを保有するものと考え、通信相手が正当なものであると認証する。一方、一致しなければ通信相手が正当なものではないものと判断して処理を中断する。

【００１２】(5) 第１の機器１１は第２の機器１２を正当なものと認証した後、デジタル著作物を通信路を介して第２の機器１２に送信する。もしも、第２の機器１２の代わりに認証鍵Ｓを有さない第３の機器が通信路に接続されている場合には、その第３の機器は上記ステップ

(2)で正しい値のデータＣ１を作成することができず、結果としてステップ(3)で復号の結果ＲＲ１が前記Ｒ１と一致しないため、ステップ(4)において第１の機器１１はデジタル著作物をその第３の機器に伝送しない。

【００１３】なお、第１の機器１１と第２の機器１２の間でいつも同じチャレンジデータとレスポンスデータが用いられるならば、そのことを知った不正な第３の機器が第２の機器１２になりすますことが考えられる。これを避けるために第１の機器１１からは毎回異なるチャレンジデータ（乱数）を送っている。

（第２の従来技術）ところで、上記第１の従来技術では、例えば認証の後、ハードディスク装置に記憶されている偽りのデータを正規の認証鍵を有する第２の機器１２に対して不正に送出することも可能である。この問題を解決するため、第１の機器１１が第２の機器１２の正当性を確認すると同時に、第２の機器１２も第１の機器１１の正当性を確認することが必要となる。

【００１４】また、双方の機器が認証した後にデジタル著作物を通信路を介して第２の機器１２に伝送している最中に、この通信路上のデータを抜きとり、これを例えばハードディスク装置に記憶することが考えられる。もちろんこのためには通信路上の信号の電気的特性やデータ形式などの知識が必要であるが、それらの知識は一般に特に秘密にされている情報ではないので、そのディジタル著作物の抜きとりは技術的に十分に可能である。そのため、認証だけでは不十分であり、認証が成功した後に、各機器間でランダムに生成した新たな鍵を共有し、その鍵を用いてデジタル著作物を暗号化して転送する暗号通信をすることが必要になる。なお、デジタル著作物等の転送すべきデータを暗号化するための秘密鍵を、以下、「データ転送鍵」と呼ぶ。

【００１５】以下、上記第１の従来技術である一方向認証を拡張し、双方向認証とデータ転送鍵の共有化と暗号通信とを行なう第２の従来技術を説明する。図１２は、この双方向認証を実現する装置の一例を示す。図１２には、第１の機器２１から第２の機器２２にデジタル著作物ｍｊを暗号化した後に転送する場合が示されている。

【００１６】以下この従来の双方向認証とデータ転送鍵の共有化の動作を同図に示されたステップ番号に従って説明する。

(1) 第１の機器２１は乱数Ｒ１を生成する。これは第１のチャレンジデータとしての意味を持つ。そしてこれを通信路を介して第２の機器２２に送信する。ここで乱数Ｒ２は第２の機器２２から第１の機器２１への第２のチャレンジデータとしての意味を持つ。つまり、暗号文Ｃ１は第１のチャレンジデータに対するレスポンスデータと第２のチャレンジデータの両方の意味を持つ。

【００１７】(2) 第２の機器２２は乱数Ｒ２を生成し、それと第１の機器２１から受けとった乱数Ｒ１とを結合することで結合データＲ１||Ｒ２を作成する。ここで記号"||"は双方のデータを桁方向に並べて結合することを示す。そして第２の機器２２の認証鍵Ｓを暗号鍵として、この結合データＲ１||Ｒ２を暗号化し、その暗号文Ｃ１を第１の機器２１に送信する。

【００１８】(3) 第１の機器２１は、第２の機器２２から受信した暗号文Ｃ１を認証鍵Ｓを復号鍵として復号化し、その結果の上位を分離データＲＲ１、下位を分離データＲＲ２とする。

(4) 第１の機器２１では、この分離データＲＲ１を第１の機器２１に一時記憶されている乱数Ｒ１と比較する。これが一致すれば通信相手が認証鍵Ｓを持っている正当な機器であると認証する。もしも一致しなければここで認証処理を中断する。

【００１９】(5) 第１の機器２１は、乱数Ｋを発生しこれをデータ転送鍵Ｋとして設定する。そして前記獲得した分離データＲＲ２とこのデータ転送鍵Ｋを結合した結合データＲＲ２||Ｋを第１の機器２１の認証鍵Ｓで暗号化して、その暗号文Ｃ２を第２の機器２２に送信する。

(6) 第２の機器２２は、第１の機器２１から受信した暗号文Ｃ２を認証鍵Ｓを用いて復号化し、その上位を分離データＲＲＲ２、下位を分離データＫＫとする。

【００２０】(7) 第２の機器２２は、この分離データＲＲＲ２を第２の機器２２に一時記憶されている乱数Ｒ２と比較する。これが一致すれば通信相手が認証鍵Ｓを持っている正当な機器であると認証する。もしも一致しなければ、ここで認証処理を中断する。一方、復号化した分離データＫＫをデータ転送鍵ＫＫとして設定する。

【００２１】(8) 第１の機器２１は、前記データ転送鍵Ｋを用いてデジタル著作物を暗号化し、通信路を介して第２の機器２２に送信する。

(9)第２の機器２２ではこれを前記データ転送鍵ＫＫを用いて復号化し、もとのデジタル著作物を獲得する。ここで、もしも第１の機器２１が正規の認証鍵Ｓを有し、第２の機器２２が正規の認証鍵を有していない場合には、ステップ(4)で第１の機器２１は通信相手が正規の認証鍵を有していないものと判断し、認証処理を中断できる。また第１の機器２１が正規の認証鍵を有しておらず、第２の機器２２は正規の認証鍵を有している場合には、ステップ(7)において第２の機器２２は通信相手が正規の認証鍵を有していないものと判断し、認証処理を中断できる。このようにしてデジタル著作物が不正な機器に流出することを防止すると同時に不正な機器から正当な機器に流入することも防止することができる。

【００２２】さらに、第１の機器２１も第２の機器２２も正当な認証鍵を有している場合において前記認証処理が完了しステップ(8)においてデジタル著作物が通信路上を伝送されている際に、もし、そのデジタル著作物が電気的にコピーされ、ディジタル蓄積装置に蓄積された場合であっても、そのディジタル著作物は暗号化されているので、無意味なデジタルデータとなっており、元の

デジタル著作物は有効に保護される。

【００２３】以上のように、暗号技術を用いた双方向認証が首尾よく行われるには、第１の機器２１及び第２の機器２２の内部に格納されている認証鍵が不正を行おうとするものに容易に分からないことが必須の条件となる。また、チャレンジデータのための乱数の生成部やデータ転送鍵Ｋの生成部が外部からアクセス不可なこと、変更できないことが必要である。

【００２４】それら構成要素の秘匿性を確保する最も効果的な方法は、上記の認証やデータ転送鍵の共有化及び暗号通信を行う部分をＩＣとして実現する方法である。ＩＣを解析するには一般に多大な労力がかかるので、認証鍵などが容易には解読されないからである。

【００２５】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記の第２従来技術における第１の機器２１をＩＣで実現するためには、そのようなＩＣ（以下、「暗号化ＩＣ」という。）は次の部分を備えることが必要である。

・乱数Ｒ１を生成する乱数生成部
・暗号文Ｃ１を復号化するための復号部
・認証鍵Ｓを格納する部分
・乱数Ｒ１と分離データＲＲ１を比較するための比較部
・データ転送鍵Ｋを生成するための乱数生成部
・分離データＲＲ２とデータ転送鍵Ｋを結合して暗号化するための暗号部
・データ転送鍵Ｋを格納する部分
・データ転送鍵Ｋを用いてデジタル著作物を暗号化する暗号部

第２の機器２２についてもこれと同程度の規模のハードウェアが必要である。

【００２６】このように、上記従来の認証方式をＩＣで実現したのでは、２つの乱数生成部、２つの変換部（復号部と暗号部）非常に多くの機能を持たなければならないために、回路規模が大きくなり結局機器のコストアップにつながるという問題点を有する。また、上記第２従来技術ではデータを暗号化するためのデータ転送鍵Ｋは第１の機器２１が生成しているが、相互認証が必要とされるのと同じ理由により、この鍵は双方の機器が生成した値を反映するほうが望ましい。

【００２７】以上説明したように、機器間の回線を保護するためには、認証等の機能やそのための秘密の情報をＩＣに封じ込めて実現する方法が効果的である。しかし、従来の方法において、相互認証の部分、データ転送鍵の共有化の部分及びデータ暗号化の部分をすべて１つのＩＣで実現するのでは、そのＩＣの規模は非常に大きくなってしまい、コストアップにつながる。

【００２８】そこで、本発明は、規模の小さな暗号化ＩＣを備え、機器間通信の安全性を確保するための必要最小限の機能を有する暗号化装置を提供することを第１の目的とする。ここで暗号化ＩＣは次の機能を有する。

(1) 認証鍵を安全に格納する。その鍵は外部からのアクセスにより書き換え及び読み出しがなされない。

【００２９】(2) データ転送鍵を安全に共有する。その鍵は外部からのアクセスにより書き換え及び読み出しがなされない。

(3) 但し、通信システムの安全性に関連しない部分を暗号化ＩＣに備えないことにより、暗号化ＩＣの規模を最小とする。また、本発明の第２の目的は、規模の小さな暗号化ＩＣを用いて実現するのに好適であり、かつ、安全性の高い暗号通信システムを提供することである。

【００３０】

【課題を解決するための手段】上記第１の目的を達成するために本発明は、データ転送鍵の共有化とそのデータ転送鍵を用いた暗号通信を行なう機器に備えられる暗号化装置であって、前記データ転送鍵の共有化のための第１乱数を生成する第１乱数生成手段と、前記第１乱数生成手段により生成された第１乱数を保持する第１乱数保持手段と、前記第１乱数生成手段により生成された第１乱数を前記暗号通信の相手機器に送信する第１送信手段と、前記第１乱数保持手段に保持された第１乱数を用いて時変の前記データ転送鍵を生成するデータ転送鍵生成手段と、暗号通信の対象となる転送データに対して前記データ転送鍵を用いて暗号化する転送データ暗号化手段とを備え、前記第１乱数生成手段、前記第１乱数保持手段、前記データ転送鍵生成手段及び前記転送データ暗号化手段は、１個のＩＣ内の回路で実現され、前記第１乱数保持手段は、前記ＩＣの外部からアクセスできない領域に前記第１乱数を保持することを特徴とする。

【００３１】これにより、データ転送鍵の生成に直接関連する第１乱数は外部からアクセスできない暗号化ＩＣの内部に保持されるので、時変のデータ転送鍵は各機器に安全に共有され、暗号通信が行われる。また、暗号化ＩＣは、機器間通信の安全性を確保するための必要最小限の機能を持つので、小さな回路で実現することができる。

【００３２】また、上記第２の目的を達成するために本発明は、データ転送鍵の共有化とそのデータ転送鍵を用いた暗号通信を行なう送信機及び受信機から構成される通信システムであって、それら送信機及び受信機は、チャレンジレスポンス型の認証プロトコルに基づく通信により相互に相手機器が正当な機器であることを認証し合うものであり、それぞれ、チャレンジデータ用の第１乱数を生成する第１乱数生成手段と、前記データ転送鍵用の第２乱数を生成する第２乱数生成手段と、前記第１乱数と前記第２乱数を結合する結合手段と、前記結合データを暗号化する暗号化手段と、暗号化された前記結合データを前記相手機器に送信する第１送信手段と、前記相手機器の第１送信手段から送信された暗号化された結合データを受信する第１受信手段と、受信した前記結合データを復号化する復号化手段と、復号化された前記結合

データをレスポンスデータに相当する第１分離データと前記データ転送鍵用の第２分離データに分離する分離手段と、前記第１分離データをレスポンスデータとして前記相手機器に返信する第２送信手段と、前記相手機器の第２送信手段から返信された第１分離データを受信する第２受信手段と、受信した前記第１分離データと前記第１乱数とを比較し、一致している場合に前記相手機器を正当な機器と認証する比較手段と、前記第２乱数と前記第２分離データとを結合することで、前記データ転送鍵を生成するデータ転送鍵生成手段と、前記認証がなされた場合に、生成された前記データ転送鍵を用いて前記相手機器と暗号通信を行なう暗号通信手段とを備えることを特徴とする。

【００３３】これにより、送信機及び受信機間で相互認証が行われると共にデータ転送鍵が生成されること、データ転送鍵の生成に直接関連する乱数はそのままでは送受信されないこと、及び、データ転送鍵の生成に直接関連する２つの乱数はそれぞれ送信機及び受信機から提供されたものであることから、規模の小さな暗号化ＩＣを用いて実現するのに好適であり、かつ、安全性の高い暗号通信システムが実現される。

【００３４】

【発明の実施の形態】

（実施の形態１）図１は、本発明に係る暗号化装置を備えた第１の機器と第２の機器間で相互認証とデータ転送鍵の共有化とデータの暗号通信とを行う実施の形態１における処理シーケンスを示す図である。

【００３５】図１では、第１の機器５１から第２の機器５２にデジタル著作物ｍｊを転送する場合が示されている。なお、図１には、各機器５１、５２が備える暗号化装置だけが示されており、暗号化装置と直接に関連しない他の構成要素（送受信部やデジタル著作物の処理系等）は省略されている。第１の機器５１に備えられた本発明に係る暗号化装置は、大きく分けてＭＰＵ５３と第１の暗号化ＩＣ５４とから構成される。

【００３６】ＭＰＵ５３は、この暗号化装置に固有の制御プログラムを保持するＲＯＭとその制御プログラムを実行する汎用マイクロプロセッサとＲＡＭ等からなり、データ転送鍵の共有化に直接的には関与しない処理（図中のステップ(1)、(7)）を行なう。第１の暗号化ＩＣ５４は、１チップの半導体ＩＣであり、データ転送鍵の共有化に直接的に関与する処理（図中のステップ(3),(5),(9),(11)）を行なう。

【００３７】同様に、第２の機器５２に備えられた本発明に係る暗号化装置も、大きく分けてＭＰＵ５５と第２の暗号化ＩＣ５６とから構成される。ＭＰＵ５５は、この暗号化装置に固有の制御プログラムを保持するＲＯＭとその制御プログラムを実行する汎用マイクロプロセッサとＲＡＭ等からなり、データ転送鍵の共有化に直接的には関与しない処理（図中のステップ(2)、(8)）を行なう。

【００３８】第２の暗号化ＩＣ５６は、１チップの半導体ＩＣであり、データ転送鍵の共有化に直接的に関与する処理（図中のステップ(4),(6),(10),(12)）を行なう。なお、この実施の形態においては、データ暗号化規格（DES:Data EncryptionStandard）に準拠した６４ビットブロック暗号アルゴリズムＥとその逆変換アルゴリズムＤを用いている。以降では暗号アルゴリズムＥを用いる変換を「暗号化」、逆変換アルゴリズムＤを用いる変換を「復号化」と称する。

【００３９】また、第１の暗号化ＩＣ５４は暗号アルゴリズムＥだけを、第２の暗号化ＩＣ５６は逆変換アルゴリズムＤだけを備える。これは、各暗号化ＩＣ５４、５６の規模を削減することと、安全性のためである。以下、図１に示されたステップ番号に従って、実施の形態１における暗号化装置の動作を説明する。

【００４０】(1) 第１の機器５１のＭＰＵ５３において乱数Ｒ１（３２ビット）を生成して、記憶するとともに第１の暗号化ＩＣ５４に渡す。

(2) ステップ(1)と同様に、第２の機器５２のＭＰＵ５５において乱数Ｒ２（３２ビット）を生成して、記憶するとともに第２の暗号化ＩＣ５６に送信する。

【００４１】(3) 第１の暗号化ＩＣ５４において、乱数Ｒ３（３２ビット）を生成、外部よりアクセスできない領域に格納する。そして、前記ＭＰＵで生成した乱数Ｒ１と前記乱数Ｒ３を結合してＥ関数で暗号化する。ここで、記号"||"は２つの乱数を桁方向に結合して６４ビット（乱数Ｒ１を上位３２ビット、乱数Ｒ３を下位３２ビット）とすることを示している。また、暗号化には第１の暗号化ＩＣ５４及び第２の暗号化ＩＣ５６で予め共通に保持している秘密の認証鍵Ｓを用いる。第１の暗号化ＩＣ５４は、第１の機器５１の送信部（図では示していない）を介して上記暗号結果Ｃ１を第２の機器５２に送信する。

【００４２】(4) ステップ(3)と同様に、第２の暗号化ＩＣ５６において、乱数Ｒ４（３２ビット）を生成して、外部よりアクセスできない領域に格納する。前記ＭＰＵで生成した乱数Ｒ２と前記乱数Ｒ４を結合して逆変換アルゴリズムＤで復号化する。復号には前記認証鍵Ｓを用いる。第２の暗号化ＩＣ５６は、第２の機器５２の送信部（図では示していない）を介して復号結果Ｃ２（６４ビット）を第１の機器５１に送信する。

【００４３】(5) 第１の暗号化ＩＣ５４において、前記第２の機器５２から受信した復号文Ｃ２を前記Ｅ関数を用いて前記認証鍵Ｓで暗号化する。そして、得られた６４ビットをその上位３２ビットである分離データＲＲ２と下位３２ビットである分離データＲＲ４に分離する。さらに、分離データＲＲ２は第１の機器５１の送信部を介して第２の機器５２に送信し、一方、分離データＲＲ４は外に出さずに第１の暗号化ＩＣ５４内の外部からア

クセスできない領域に格納する。

【００４４】なお、第１の暗号化ＩＣ５４及び第２の暗号化ＩＣ５６が互いに正規なものであり同じ認証鍵Ｓを保持している場合には、前記分離データＲＲ２は前記第２の機器５２のＭＰＵ５５が生成した乱数Ｒ２と一致し、前記分離データＲＲ４は前記第２の暗号化ＩＣ５６が内部に格納している乱数Ｒ４と一致する。

(6) ステップ(5)と同様に、第２の暗号化ＩＣ５６において、前記第１の暗号化ＩＣ５４から受信した暗号文Ｃ１を前記逆変換アルゴリズムＤを用いて前記認証鍵Ｓで復号化する。そして、得られた６４ビットをその上位３２ビットである分離データＲＲ１と下位３２ビットである分離データＲＲ３に分離する。さらに、分離データＲＲ１は第２の機器５２の送信部を介して第１の機器５１に送信し、一方、分離データＲＲ３は外に出さずに第２の暗号化ＩＣ５６内の外部からアクセスできない領域に格納する。

【００４５】なお、第１の暗号化ＩＣ５４及び第２の暗号化ＩＣ５６が互いに正規なものであり同じ認証鍵Ｓを保持している場合には、前記分離データＲＲ１は前記乱数Ｒ１と一致し、前記分離データＲＲ３は前記乱数Ｒ３と一致する。

(7) 第１の機器５１のＭＰＵ５３において前記ステップ(1)で記憶していた乱数Ｒ１と前記第２の機器５２から受信した分離データＲＲ１とを比較し、一致している場合には、第２の暗号化ＩＣ５６及びそれを備えた第２の機器５２を正当な機器と認証する。

【００４６】(8) ステップ(7)と同様に、第２の機器５２のＭＰＵ５５において前記ステップ(2)で記憶していた乱数Ｒ２と前記第２の機器５２から受信した分離データＲＲ２とを比較し、一致している場合には、第１の暗号化ＩＣ５４及びそれを備えた第１の機器５１を正当な機器と認証する。

(9) 第１の暗号化ＩＣ５４において、前記ステップ(3)で記憶しておいた乱数Ｒ３と前記分離データＲＲ４を結合することでデータ転送鍵Ｋを作成する。ここでは、乱数Ｒ３を上位の３２ビット、分離データＲＲ４を下位の３２ビットとするデータ転送鍵Ｋ（６４ビット）を生成する。なお、このデータ転送鍵Ｋは、２つの乱数の結合であるので、時変、即ち、新たにランダムに生成された鍵と言える。

【００４７】(10) ステップ(9)と同様に、第２の暗号化ＩＣ５６において、前記分離データＲＲ３と前記ステップ(4)で記憶しておいた乱数Ｒ４を結合することでデータ転送鍵Ｋを生成する。ここでは、上記分離データＲＲ３を上位の３２ビット、上記ステップ(4)で記憶しておいた乱数Ｒ４を下位の３２ビットとするデータ転送鍵Ｋ（６４ビット）を生成する。このデータ転送鍵も時変の鍵である。

【００４８】なお、ステップ(7)及びステップ(8)での相互の認証が成功した場合には、ステップ(3)で生成された乱数Ｒ３とステップ(6)で得られた分離データＲＲ３とは一致し、ステップ(4)で生成された乱数Ｒ４とステップ(5)で得られた分離データＲＲＲ４とは一致することになるので、結果的に、ステップ(9)及びステップ(10)それぞれで生成されるデータ転送鍵Ｋは一致することになる。

【００４９】(11) 第１の機器５１の第１の暗号化ＩＣ５４において、ＭＰＵ５３から送られてくるブロック化されたデジタル著作物ｍｊ（６４ビット）を上記ステップ(9)で得られたデータ転送鍵Ｋを用いて暗号化し、得られた暗号文Ｃｊを第２の機器５２に送信する処理を、転送すべき全てのデジタル著作物を送信し終えるまで繰り返す。

【００５０】(12) ステップ(11)に対応して、第２の機器５２の第２の暗号化ＩＣ５６において、第１の機器５１が送信した暗号化された上記デジタル著作物Ｃｊ（６４ビット）を受信し、上記ステップ(10)で得られたデータ転送鍵Ｋを用いて復号化し、得られたデジタル著作物ｍｍｊをＭＰＵ５５に送る。この復号化は上記デジタル著作物Ｃｊが第１の機器５１から送信されてくる限り繰り返す。

【００５１】このようにして、実施の形態１の暗号化装置により、第１の機器５１と第２の機器５２間で相互認証とデータ転送鍵Ｋの共有化とデータの暗号通信とが行われる。以上の説明から明らかなように、上記実施の形態１の暗号化装置は、以下の特徴を有する。

【００５２】第１の特徴は、データ転送鍵Ｋは暗号化ＩＣの内部に安全に保護されていることである。具体的には、第１の機器５１が備える暗号化装置であれば、データ転送鍵Ｋを生成するために直接的に用いられた２つのデータ、即ち、乱数Ｒ３と分離データＲＲ４は以下の条件を満たす。

・乱数Ｒ３は、第１の暗号化ＩＣ５４の内部で生成され、外部に出力されておらず、かつ、外部から読めない領域に保持されている。

【００５３】・分離データＲＲ４は、第１の暗号化ＩＣ５４の内部で生成（分離生成）され、外部に出力されておらず、かつ、外部から読めない領域に保持されている。これらのことにより、データ転送鍵Ｋは暗号化ＩＣ内に保護されるので、暗号アルゴリズムＥ及び逆変換アルゴリズムＤとして公開されているものを採用したとしても、第１の機器５１及び第２の機器５２間における暗号通信の安全性は保証される。

【００５４】第２の特徴は、暗号化ＩＣ内に納められる回路は、必要最低限のものに留められていることである。具体的には、第１の機器５１が備える暗号化装置であれば、以下の処理は、第１の暗号化ＩＣ５４の外の回路、即ち、ＭＰＵ５３によって実現されている。

・乱数Ｒ１の生成

・乱数Ｒ１と分離データＲＲ１との比較
つまり、第１の暗号化ＩＣ５４の回路規模が不必要に大きくならないように配慮されている。これら２つの処理は、相手機器の認証に関するものであり、データ転送鍵Ｋの生成に直接的には関与していない。従って、たとえ、これら処理がＩＣ外で実現されていることを利用して不正をしようとしても、第１の機器５１に利益をもたらすような不正をはたらくことは不可能である。なお、第２の機器５２からのチャレンジデータＣ２に対するレスポンスデータＲＲ２の作成は暗号化ＩＣ内で行っている。

【００５５】図２は、第１の暗号化ＩＣ５４のハードウェア構成を示すブロック図である。第２の暗号化ＩＣ５６も同程度のハードウェア規模で実現できる。外部Ｉ／Ｆ部６１は、この第１の暗号化ＩＣ５４の内部回路に外部からアクセスするための唯一の入出力ポートである。乱数生成部６０は、３２ビットの乱数Ｒ３を生成する。

【００５６】乱数格納部６２は、乱数生成部６０で生成された乱数Ｒ３を保持する記憶回路である。結合部６３は、乱数格納部６２に格納された乱数Ｒ３を下位３２ビットとし、外部Ｉ／Ｆ部６１を介して入力された３２ビットのデータＲ１を上位３２ビットとして結合する。

【００５７】認証鍵Ｓ格納部６４は、予め与えられた認証鍵Ｓを保持する記憶回路である。スイッチ６５、６６は、それぞれ６４ビット幅の３入力１出力マルチプレクサ、６４ビット幅の２入力１出力マルチプレクサである。Ｅ関数６７は、暗号アルゴリズムＥに基づく暗号化回路である。スイッチ６８は、６４ビット幅の１入力３出力デマルチプレクサである。

【００５８】分離部６９は、スイッチ６８から出力された６４ビットデータを上位３２ビットＲＲ２と下位３２ビットＲＲ４に分離する。データ転送鍵Ｋ生成部５９は、乱数格納部６２に格納された乱数Ｒ３を上位３２ビットとし、分離部６９で分離された分離データＲＲ４を下位３２ビットとして結合することで、データ転送鍵Ｋを生成する。

【００５９】データ転送鍵Ｋ格納部７０は、データ転送鍵Ｋ生成部５９で生成されたデータ転送鍵Ｋを保持する記憶回路である。次に、この図２に示された各構成要素が図１に示された各ステップにおいていかに動作するのかを示す。図１のステップ(3)においては、乱数生成部６０は乱数Ｒ３を生成して乱数格納部６２に格納し、結合部６３はその乱数Ｒ３と外部Ｉ／Ｆ部６１を介して入力される乱数Ｒ１とを結合し、スイッチ６５を介してＥ関数６７に送る。Ｅ関数６７は、認証鍵Ｓ格納部６４からスイッチ６６を介して認証鍵Ｓを受け取り、それを用いて結合部６３から出力された結合データＲ１||Ｒ３を暗号化し、その結果Ｃ１をスイッチ６８及び外部Ｉ／Ｆ部６１を介して第２の機器５２に出力する。

【００６０】図１のステップ(5)及び(9)においては、外部Ｉ／Ｆ部６１を介して入力される復号文Ｃ２はスイッチ６５を経てＥ関数に入力される。Ｅ関数６７は、認証鍵Ｓ格納部６４から認証鍵Ｓを受け取り、それを用いて復号文Ｃ２を暗号化し、スイッチ６８を介して分離部６９に送る。分離部６９は、それを分離データＲＲ２と分離データＲＲ４に分離し、分離データＲＲ２は外部Ｉ／Ｆ部６１を介して外部に出力し、分離データＲＲ４はデータ転送鍵Ｋ生成部５９に送る。データ転送鍵Ｋ生成部５９は、乱数格納部６２に格納されていた乱数Ｒ３と分離部６９から送られてきた分離データＲＲ４とを結合することでデータ転送鍵Ｋを生成した後に、データ転送鍵Ｋ格納部７０に格納する。

【００６１】図１のステップ(11)においては、Ｅ関数６７は、外部Ｉ／Ｆ部６１及びスイッチ６５を介して入力されるデジタル著作物ｍｊをデータ転送鍵Ｋ格納部７０に格納されたデータ転送鍵Ｋを用いて暗号化し、その結果Ｃｊをスイッチ６８及び外部Ｉ／Ｆ部６１を介して第２の機器５２に出力する。なお、実施の形態１では、乱数や暗号文等の具体的なビット長やデータ構成を示したが、本発明はそれらに限定されるものではない。例えば、上記ステップ(5)において３２ビットの乱数Ｒ１とＲ２を結合して６４ビットとし、これを６４ビット暗号関数Ｅに入力して６４ビットの暗号文Ｃ１を求めている。この部分は、例えば、各乱数を６４ビットとし、暗号関数Ｅによる暗号化を２回繰り返すことで１２８ビットの暗号文Ｃ１を生成する方式としてもよい。ただしこの場合には暗号文Ｃ１から乱数Ｒ１に関する部分とＲ２に関する部分が容易に切り離せないことが必要である。その方法の１つとしてはＣＢＣモードのように連鎖を伴う暗号の方法がある。ＣＢＣモードについては、池野信一、小山謙二共著「現代暗号理論」電子通信学会１９８６年のｐ７０に詳しい。

【００６２】また、実施の形態１では第１の暗号化ＩＣ５４は暗号関数Ｅだけを、第２の暗号化ＩＣ５６はその逆関数Ｄだけを備えることにより、ハードウェア規模を削減しているが、そのこと自体は、上述したように本発明の本質ではない。つまり、それら暗号化ＩＣ５４、５６に許容される回路規模や暗号化アルゴリズムの種類等との関連において決定すればよい事項であり、例えば、それぞれが暗号アルゴリズムＥと逆変換アルゴリズムＤの両方を所有し、乱数の暗号化に暗号アルゴリズムＥを、相手機器から送付された情報の復号に逆変換アルゴリズムＤを用いてもよい。本発明は、少なくともデータ転送鍵Ｋの生成に直接関わる構成要素をＩＣ化することで秘密通信の安全性を確保している点に特徴があるからである。

【００６３】また、実施の形態１において、例えば、ステップ(1)での乱数Ｒ１の生成を第１の暗号化ＩＣ５４内で行ってもよい。このことにより、第１の暗号化ＩＣ５４を暗号解読器として用いる可能性をなくし、より安

全な暗号化装置とすることができる。つまり、実施の形態１では、乱数Ｒ１は第１の暗号化ＩＣ５４の外部で生成され、この乱数Ｒ１に基づいて第１の暗号化ＩＣ５４は暗号文Ｃ１を出力する。この暗号文Ｃ１は、第１の暗号化ＩＣ５４の内部で生成された乱数Ｒ３の影響を受けているが、もし乱数Ｒ３が十分にランダムな値でない場合には、第１の暗号化ＩＣ５４を暗号解読器として悪用することが可能になってしまう。従って、乱数Ｒ１の生成を第１の暗号化ＩＣ５４内で行うことで、以上述べた攻撃の可能性がなくなり、この暗号化装置はより安全なものになる。

（実施の形態２）次に、図１に示された実施の形態１でのステップの変形例として、実施の形態２を示す。その目的や効果は実施の形態１と同じである。またハードウェア規模としても図２に示された実施の形態１と同程度である。実施の形態１ではチャレンジデータを暗号化しないでレスポンスデータを暗号化して通信したが、実施の形態２ではチャレンジデータを暗号化しレスポンスデータを暗号化しないで通信する。実施の形態１と相違する点を中心に説明する。

【００６４】図３は、本発明に係る暗号化装置を備えた第１の機器７１と第２の機器７２間で相互認証とデータ転送鍵の共有化とデータの暗号通信とを行う実施の形態２における処理シーケンスを示す図である。図３では、第１の機器７１から第２の機器７２にデジタル著作物ｍｊを転送する場合が示されている。

【００６５】ＭＰＵ７３、第１の暗号化ＩＣ７４、ＭＰＵ７５及び第２の暗号化ＩＣ７６は、実施の形態１におけるＭＰＵ５３、第１の暗号化ＩＣ５４、ＭＰＵ５５及び第２の暗号化ＩＣ５６に対応し、処理手順の相違を除いて、ハードウェア構成等については実施の形態１の場合と同様である。以下、図３に示されたステップ番号に従って、実施の形態２における暗号化装置の動作を説明する。

【００６６】(1) 第１の機器７１のＭＰＵ７３において乱数Ｒ１（３２ビット）を生成して、記憶するとともに第１の機器７１の送信部（図では示してない）を介して、第２の機器７２に送信する。第２の機器７２ではこれを第２の暗号化ＩＣ７６に渡す。

(2) ステップ(1)と同様に、第２の機器７２のＭＰＵ７５において乱数Ｒ２（３２ビット）を生成して、記憶するとともに第２の機器７２の送信部（図では示してない）を介して、第１の機器７１に送信する。第１の機器７１ではこれを第１の暗号化ＩＣ７４に渡す。

【００６７】(3) 第１の暗号化ＩＣ７４において、乱数Ｒ３（３２ビット）を生成して、外部よりアクセスできない領域に格納する。前記第２の機器７２から受信した乱数Ｒ２と前記乱数Ｒ３とを結合してＥ関数で暗号化する。暗号化には第１の暗号化ＩＣ７４及び第２の暗号化ＩＣ７６で予め共通に保持している秘密の認証鍵Ｓを用いる。第１の暗号化ＩＣ７４は、暗号化結果Ｃ１（６４ビット）を第２の機器７２に送信する。

【００６８】(4) ステップ(3)と同様に、第２の暗号化ＩＣ７６において、乱数Ｒ４（３２ビット）を生成して、外部よりアクセスできない領域に格納する。前記第１の機器７１から受信した乱数Ｒ１と前記乱数Ｒ４を結合して逆変換アルゴリズムＤで復号化する。復号には前記認証鍵Ｓを用いる。第２の暗号化ＩＣ７６は、復号結果Ｃ２（６４ビット）を第１の機器７１に送信する。

【００６９】(5) 第１の暗号化ＩＣ７４において、前記第２の暗号化ＩＣ７６から受信した復号文Ｃ２を前記Ｅ関数を用いて前記認証鍵Ｓで暗号化する。その結果の６４ビットデータのうち上位３２ビットを分離データＲＲ１，下位３２ビットを分離データＲＲ４とする。そして分離データＲＲ１は第１の機器７１のＭＰＵ７３に渡し、一方分離データＲＲ４は外に出さずに第１の暗号化ＩＣ７４内の外部からアクセスできない領域に格納する。

【００７０】なお、第１、第２の暗号化ＩＣ７６が互いに正規なものであり同じ認証鍵Ｓを保持している場合には、前記分離データＲＲ１は前記第１の機器７１のＭＰＵ７３が生成した乱数Ｒ１と同じになり、前記分離データＲＲ４は第２の暗号化ＩＣ７６が生成した乱数Ｒ４と同じになる。

(6) ステップ(6)と同様に、第２の暗号化ＩＣ７６において、前記第１の暗号化ＩＣ７４から受信した暗号文Ｃ１を前記逆変換アルゴリズムＤを用いて前記認証鍵Ｓで復号化する。その結果の６４ビットデータの上位３２ビットを分離データＲＲ２、下位３２ビットを分離データＲＲ３とする。そして分離データＲＲ２は第２の機器７２のＭＰＵ７５に渡し、一方分離データＲＲ３は外に出さずに第２の暗号化ＩＣ７６内の外部からアクセスできない領域に格納する。

【００７１】なお、第１、第２の暗号化ＩＣ７６が互いに正規なものであり同じ認証鍵Ｓを保持している場合には、前記分離データＲＲ２は前記第２の機器７２のＭＰＵ７５が生成した乱数Ｒ２と同じになり、前記分離データＲＲ３は第１の暗号化ＩＣ７４が生成した乱数Ｒ３と同じになる。

(7) 第１の機器７１のＭＰＵ７３において前記記憶していたＲ１と前記第１の暗号化ＩＣ７４から受け取った分離データＲＲ１を比較して一致している場合には、第２の暗号化ＩＣ７６及び第２の暗号化ＩＣ７６が含まれた第２の機器７２を正当な機器と認証する。

【００７２】(8) ステップ(8)と同様に、第２の機器７２のＭＰＵ７５において前記記憶していたＲ２と前記第２の暗号化ＩＣ７６から受け取った分離データＲＲ２を比較して一致している場合には、第１の暗号化ＩＣ７４及び第１の暗号化ＩＣ７４が含まれた第１の機器７１を正当な機器と認証する。

(9) 第１の暗号化ＩＣ７４内で前記乱数Ｒ３と前記分離データＲＲ４を用いてデータ転送鍵Ｋを作成する。図では双方の結合をデータ転送鍵Ｋ（６４ビット）としている。

【００７３】(10) ステップ(10)と同様に、第２の暗号化ＩＣ７６内で前記分離データＲＲ３と前記乱数Ｒ４を用いて第１の暗号化ＩＣ７４と同様にデータ転送鍵Ｋを作成する。図では双方の結合をデータ転送鍵Ｋ（６４ビット）としている。

(11) 第１の機器７１の第１の暗号化ＩＣ７４において、ＭＰＵ７３から送られてくるブロック化されたデジタル著作物ｍｊ（６４ビット）を上記ステップ(9)で得られたデータ転送鍵Ｋを用いて暗号化し、得られた暗号文Ｃｊを第２の機器７２に送信する処理を、転送すべき全てのデジタル著作物を送信し終えるまで繰り返す。

【００７４】(12) ステップ(11)に対応して、第２の機器７２の第２の暗号化ＩＣ７６において、第１の機器７１が送信した暗号化された上記デジタル著作物Ｃｊ（６４ビット）を受信し、上記ステップ(10)で得られたデータ転送鍵Ｋを用いて復号化し、得られたデジタル著作物ｍｍｊをＭＰＵ７５に送る。この復号化は上記デジタル著作物Ｃｊが第１の機器７１から送信されてくる限り繰り返す。

【００７５】このようにして、実施の形態２の暗号化装置により、実施の形態１の場合と同様に、第１の機器７１と第２の機器７２間で相互認証とデータ転送鍵Ｋの共有化とデータの暗号通信とが行われる。なお、上述したように、本実施の形態の暗号化装置と実施の形態１のものとはハードウェア構成において一致し、処理手順、即ち、各ハードウェア構成要素の接続と実行順序が異なるだけである。従って、本実施形態の暗号化装置の特徴やその変形例については、実施の形態１の場合と同様のことが言える。

（実施の形態３）以上の実施の形態１及び２の暗号化装置には以下の共通点がある。

(1)双方の機器においてそれぞれ２つの乱数が生成され、その一方は認証用にのみ使用され、他の一方はデータ転送鍵Ｋの生成用にのみ使用される。

(2)データ転送鍵Ｋの生成に使用される乱数はそのままの形では暗号化ＩＣの外部に出力されることはなく、一方、認証用に使用される乱数は暗号化ＩＣの外部に出力されて公開される。

【００７６】これに対して、次に説明する実施の形態３の暗号化装置は、乱数を一つだけ生成し、それを認証用とデータ転送鍵の生成用の両方の目的に使用する。これは、実施の形態１及び２に比べて、暗号化ＩＣ内での乱数生成の負担を軽減するためである。また、暗号化ＩＣの内部において認証のための乱数生成と比較処理を行う。即ち、実施の形態１及び２と相違し、データ転送鍵の生成のみならず認証処理も含めて暗号化ＩＣの内部回路で行う。これは、上述したように、暗号化ＩＣを暗号解読のために用いるという悪用に対処するためであり、暗号通信の安全性を高めることができる。

【００７７】図４は、本発明に係る暗号化装置を備えた第１の機器７１と第２の機器７２間で相互認証とデータ転送鍵の共有化とデータの暗号通信とを行う実施の形態３における処理シーケンスを示す図である。図４では、第１の機器８１から第２の機器８２にデジタル著作物ｍｊを転送する場合が示されている。

【００７８】なお、本実施の形態においても、実施の形態１及び２と同様に、各機器８１、８２に備えられた本発明に係る暗号化装置は、大きく分けてＭＰＵ８３、８５と暗号化ＩＣ８４、８６とから構成される。しかし、ＭＰＵ８３、８５はデジタル著作物ｍｊを暗号化ＩＣ８４、８６に渡すだけの機能を果たすので、実質的には、本発明に係る暗号化装置は暗号化ＩＣ８４、８６のみから構成されると言える。

【００７９】第１の暗号化ＩＣ８４及び第２の暗号化ＩＣ８６は、実の形態１及び２と同様、１チップの半導体ＩＣである。以下、図４に示されたステップ番号に従って、実施の形態３における暗号化装置の動作を説明する。

(1) 第１の暗号化ＩＣ８４において乱数Ｒ１を生成して記憶するとともに、これをＥ関数で暗号化して第１の機器８１の送信部（図では示してない）を介して、暗号文Ｃ１を第２の機器８２に送信する。暗号化には第２の暗号化ＩＣ８６と予め共通に保持している秘密の認証鍵Ｓを用いる。第２の機器８２では受信した暗号文Ｃ１を第２の暗号化ＩＣ８６に渡す。

【００８０】(2) 第２の暗号化ＩＣ８６では受信した暗号文Ｃ１を逆変換アルゴリズムＤで復号化し復号文ＲＲ１を得る。第１の暗号化ＩＣ８４及び第２の暗号化ＩＣ８６が正規のものである場合にはこの復号文ＲＲ１は前記乱数Ｒ１と一致する。

(3) 第２の暗号化ＩＣ８６において乱数Ｒ２を生成して記憶すると共に、これを前記復号文ＲＲ１と結合して前記逆変換アルゴリズムＤで復号化する。復号には前記認証鍵Ｓを用いる。第２の暗号化ＩＣ８６は復号文Ｃ２を第２の機器８２の送信部（図では示してない）を介して、第１の機器８１に送信する。第１の機器８１ではこれを第１の暗号化ＩＣ８４に渡す。

【００８１】(4) 第１の暗号化ＩＣ８４においては、前記復号文Ｃ２を前記Ｅ関数で暗号化し、その結果を分離データＲＲＲ１と分離データＲＲ２に分離する。なお分離データＲＲＲ１は正当な機器でのやり取りの場合であれば、前記復号文ＲＲ１及び乱数Ｒ１と一致する。また分離データＲＲ２は前記乱数Ｒ２と一致する。

(5) 第１の暗号化ＩＣ８４内において、前記ステップ(1)で記憶していた乱数Ｒ１と前記分離データＲＲＲ１とを比較し、一致する場合には第２の暗号化ＩＣ８６及

び第２の暗号化ＩＣ８６を含んだ第２の機器８２の正当性を認証する。

【００８２】(6) 第１の暗号化ＩＣ８４において、前記分離データＲＲ２を前記Ｅ関数で暗号化し、第２の機器８２に送信する。第２の機器８２はこの暗号文Ｃ３を第２の暗号化ＩＣ８６に渡す。

(7) 第２の暗号化ＩＣ８６において、前記暗号文Ｃ３を前記逆変換アルゴリズムＤで復号化し、復号文ＲＲＲ２を得る。

【００８３】(8) 第２の暗号化ＩＣ８６において、前記ステップ(3)で記憶していた乱数Ｒ２と前記復号文ＲＲＲ２を比較し、一致している場合には第１の暗号化ＩＣ８４及び第１の暗号化ＩＣ８４を含んだ第１の機器８１の正当性を認証する。

(9) 第１の暗号化ＩＣ８４において、前記乱数Ｒ１と前記分離データＲＲ２を結合することでデータ転送鍵Ｋを生成する。

【００８４】(10) 第２の暗号化ＩＣ８６において、前記復号文ＲＲ１と前記乱数Ｒ２を用いてデータ転送鍵Ｋを生成する。

(11) 第１の機器８１の第１の暗号化ＩＣ８４において、ＭＰＵ８３から送られてくるブロック化されたデジタル著作物ｍｊ（６４ビット）を上記ステップ(9)で得られたデータ転送鍵Ｋを用いて暗号化し、得られた暗号文Ｃｊを第２の機器８２に送信する処理を、転送すべき全てのデジタル著作物を送信し終えるまで繰り返す。

【００８５】(12) ステップ(11)に対応して、第２の機器８２の第２の暗号化ＩＣ８６において、第１の機器８１が送信した暗号化された上記デジタル著作物Ｃｊ（６４ビット）を受信し、上記ステップ(10)で得られたデータ転送鍵Ｋを用いて復号化し、得られたデジタル著作物ｍｍｊをＭＰＵ８５に送る。この復号化は上記デジタル著作物Ｃｊが第１の機器８１から送信されてくる限り繰り返す。

【００８６】このようにして、実施の形態３の暗号化装置により、実施の形態１及び２の場合と同様に、第１の機器７１と第２の機器７２間で相互認証とデータ転送鍵Ｋの共有化とデータの暗号通信とが行われる。なお、上記ステップ(1)(2)(6)(7)においては１つの乱数の暗号化、ステップ(3)(4)においては２つの乱数の結合の暗号化を行っている。６４ビット幅のＥ関数と逆変換アルゴリズムＤを用いる場合には、各乱数を３２ビットとして、前者については残りの３２ビットの入力に固定の３２ビットの値をパディングするとよい。例えば、乱数を下位３２ビッとし、上位３２ビットを固定的に全てゼロとする等である。また後者については結合した６４ビットをそのまま各関数に入力するとよい。

【００８７】また、各乱数のビット長を倍の６４ビットにする場合には、前者はそのまま関数に入力し、後者については各関数を２回繰り返して用い、例えばＣＢＣモードのように連鎖のある暗号を行えばよい。以上述べた実施の形態３においては、実施の形態１及び２とは異なり、認証のための乱数とデータ転送鍵の共有化のための乱数は兼用されている。そして、認証のための乱数生成や認証のための比較処理は暗号化ＩＣ内で行われている。従って、乱数はそのままでは暗号化ＩＣの外に現れないため、暗号化ＩＣを解読器として用いる攻撃に対して、より安全である。また、このことにより、各乱数のビット数が少なくても十分な安全性を確保することができる。

（実施の形態４）次に、実施の形態４に係る暗号化装置について説明する。

【００８８】本装置は、暗号化ＩＣのコンパクト化を追求した実施形態であり、一方向認証を採用している点、及び、データ転送鍵が公開される点において、上記実施の形態１～３と相違する。但し、暗号アルゴリズムＥ及びその逆変換アルゴリズムＤは秘密にされていることを前提とする。図５は、第１の機器９１から第２の機器９２にデジタル著作物ｍｊを転送する場合の処理シーケンスを示す図である。

【００８９】図６は、第１の暗号化ＩＣ９４のハードウェア構成を示すブロック図である。

(1) まず、第１の暗号化ＩＣ９４の乱数生成部１０１はチャレンジデータとデータ転送鍵を兼用する乱数Ｒ１を生成し、乱数格納部１０２に格納すると共に、外部Ｉ／Ｆ部１００を介して第２の機器９２に送信する。

(2) 第２の暗号化ＩＣ９６は、受信した乱数Ｒ１に対して、予め第１の暗号化ＩＣ９４と共通に所有している認証鍵Ｓを用いて復号化し、得られた復号文Ｃ１を第１の機器９１に送信する。

【００９０】(3) 第１の暗号化ＩＣ９４では、Ｅ関数１０６は、外部Ｉ／Ｆ部１００及びスイッチ１０５を介して受信した復号文Ｃ１に対して、認証鍵Ｓ格納部１０３に予め格納された上記認証鍵Ｓと同じものを用いて暗号化する。その結果得られたデータＲＲ１は、スイッチ１０７を経て比較部１０８に送られ、ここで、乱数格納部１０２に保持されていた乱数Ｒ１と比較される。

【００９１】(4) その結果一致している場合には、第２の機器９２は正当な機器であると認証できるので、比較部１０８は、乱数格納部１０２に保持されていた乱数Ｒ１がデータ転送鍵として用いられるように、スイッチ１０４を制御する。

(5) Ｅ関数１０６は、ＭＰＵ９３から外部Ｉ／Ｆ部１００及びスイッチ１０５を経て送られてくるデジタル著作物ｍｊに対して、スイッチ１０４を経て送られてくる乱数Ｒ１を用いて暗号化し、スイッチ１０７及び外部Ｉ／Ｆ部１００を介して第２の機器９２に送信する。

【００９２】(6) 第２の機器９２の第２の暗号化ＩＣ９６においては、第１の機器９１から送られてきたデジタル著作物Ｃｊに対して、上記ステップ(2)で受信した乱

数Ｒ１をデータ転送鍵として用いて復号化し、得られたデジタル著作物ｍｍｊをＭＰＵ９５に送る。このようにして、本実施の形態では、実施の形態１～３の場合よりも少ないステップと構成要素により、認証とデータ転送鍵の共有化と暗号通信とが実現される。

【００９３】なお、本実施の形態では、第１の機器９１から第２の機器９２に送信された乱数Ｒ１がそのままデータ転送鍵として用いられているために、データ転送鍵は容易に第３者に知られ得る。ところが、そのデータ転送鍵を知った第３者がデジタル著作物Ｃｊを盗聴し復号化しようとしても、上述したように暗号アルゴリズムＥ及びその逆変換アルゴリズムＤは秘密にされているので、その試みは成功しない。

【００９４】また、その第３者が都合のよい乱数Ｒ１を偽造することで暗号アルゴリズムを解読しようとしても、新たな乱数Ｒ１を乱数格納部１０２に格納できるのは乱数生成部１０１だけであり、この第１の暗号化ＩＣ９４の外部から新たな乱数Ｒ１を乱数生成部１０１に格納する手段は存在しないので、その試みも成功しない。このように、暗号アルゴリズム及びその逆変換アルゴリズムが秘密にされるならば、本実施の形態のようなコンパクトな暗号化ＩＣによっても認証とデータ転送鍵の生成と暗号通信を実現することができる。

【００９５】なお、上記実施の形態１～４において、認証鍵Ｓを暗号化ＩＣに設定する（記憶させる）方法としては以下が好ましい。つまり、認証鍵Ｓの一部は暗号化ＩＣの製造時に予め設定しておき、残る部分はその暗号化ＩＣの製造後に書き込む方法である。具体的には、認証鍵Ｓ格納部６４の一部は、認証鍵Ｓの一部を予め書き込んだマスクＲＯＭで構成し、残る部分は、プログラマブルに書き込み可能な追記ＲＯＭで構成する。

【００９６】これは、マスクＲＯＭのみで構成した場合には、最終的な暗号化ＩＣの作成のために人手を介さないために安全である反面、リバースエンジニアリングによるチップ解析で設定値の解析が容易であるという欠点があり、一方、追記ＲＯＭのみで構成した場合には、設定値のリバースエンジニアリングによる解析が困難である反面、設定に人手を介するためミスが混入したり不正が可能となるという欠点があるので、それら両方の欠点を補うためである。

【００９７】また、上記実施の形態１～４の暗号通信における暗号アルゴリズムの具体例として、次のようなものであってもよい。送信側でデジタル著作物を６４ビットのブロックに分割し、前記データ転送鍵Ｋ（６４ビット）とビットごとの排他的論理和をとる。その結果を暗号文とする。受信側でも同様に、受信した６４ビットの暗号文とデータ転送鍵Ｋとの排他的論理和をとればよい。これによって、もとのブロックに復号される。

【００９８】また、データ転送鍵Ｋを固定とするのではなく、それらブロックごとに、用いられるデータ転送鍵Ｋを送信側と受信側で同期をとりながら更新していく方法もある。その更新のために、前記Ｅ関数や逆変換アルゴリズムＤを用いてもよい。ブロック内の暗号／復号は先に述べた排他的論理和であってもよい。また、上記実施の形態１～４において、認証方法としてチャレンジレスポンス型のいくつかの例が示されているが、本発明はこれらの例に限られない。例えば、認証側の暗号化ＩＣで乱数を生成し、これをチャレンジデータとして送付し、証明側から返送されたレスポンスデータと認証側で生成した参照用のレスポンスデータとを比較する、というチャレンジレスポンス型の別の例であってもよい。

【００９９】なお、上記実施の形態１～４において、小さな回路規模で認証と暗号通信を安全に行なう技術を開示したが、安全性の強度とそのために必要な回路規模とはトレードオフの関係にあることは言うまでもない。従って、もしＭＰＵや暗号化ＩＣ内に実装できる回路規模に余裕がある場合には、以下の目的のために、データ変換Ｆ（）を実行する新たな変換手段を追加導入することで、暗号通信の安全性を強化することができる。

（１）その一つは、平文のチャレンジデータや平文のレスポンスデータが伝送路を流れないようにすることである。

【０１００】例えば、図１に示された第１の機器５１が第２の機器５２を認証する処理シーケンス（ステップ(1)(3)(6)(7)）において、以下のように変更する。ステップ(6)において、第２の暗号化ＩＣ５６は、分離データＲＲ１をＭＰＵ５３に送るのではなく、その分離データＲＲ１に所定の変換Ｆ（）を施し、その結果得られたデータＦ（ＲＲ１）をＭＰＵ５３に送る。

【０１０１】ステップ(7)において、ＭＰＵ５３は、乱数Ｒ１と分離データＲＲ１とを比較するのではなく、乱数Ｒ１に上記ステップ(6)で用いたものと同じ変換Ｆ（）を施し、その結果得られたデータＦ（Ｒ１）と第２の暗号化ＩＣ５６から送られてきたデータＦ（ＲＲ１）とを比較する。このようにすることで、暗号文Ｃ１とその平文の一部ＲＲ１とが伝送路を流れることが回避されるので、既知平文攻撃に対する安全性が強化される。

（２）もう一つは、チャレンジデータをそのままデータ転送鍵として用いないようにすることである。

【０１０２】例えば、図５に示されたステップ(5)において、第１の暗号化ＩＣ９４は、乱数Ｒ１をそのままデータ転送鍵として用いるのではなく、乱数Ｒ１に所定の変換Ｆ（）を施し、その結果得られたデータＦ（Ｒ１）をデータ転送鍵として用いる。同様に、ステップ(6)において、第２の暗号化ＩＣ９６は、乱数Ｒ１をそのままデータ転送鍵として用いるのではなく、乱数Ｒ１に上記ステップ(5)で用いたものと同じ変換Ｆ（）を施し、その結果得られたデータＦ（Ｒ１）をデータ転送鍵として用いる。

【０１０３】このようにすることで、データ転送鍵Ｆ（Ｒ１）を秘匿することができ、暗号通信の安全性が強化される。

（３）さらにもう一つは、結合処理を複雑にすることである。例えば、図１に示されたステップ(9)において、第１の暗号化ＩＣ５４は、乱数Ｒ３と分離データＲＲ４とを単に桁方向に結合するのではなく、これらＲ３、ＲＲ４に所定の変換Ｆ（）を施し、その結果得られたデータＦ（Ｒ３，ＲＲ４）をデータ転送鍵Ｋとする。

【０１０４】同様に、ステップ(10)において、第２の暗号化ＩＣ５６は、乱数Ｒ４と分離データＲＲ３とを単に桁方向に結合するのではなく、これらＲ４、ＲＲ３に上記ステップ(9)で用いたものと同じ変換Ｆ（）を施し、その結果得られたデータＦ（Ｒ３，ＲＲ４）をデータ転送鍵Ｋとする。このようにすることで、データ転送鍵Ｋの生成手順が複雑化され、暗号通信の安全性が強化される。

（具体的な通信システムへの適応例）以上のように、本発明に係る暗号化装置は、規模の小さな暗号化ＩＣを備え、機器間通信の安全性を確保するための必要最小限の機能を持っている。従って、本暗号化装置は、秘密通信が必要とされ、かつ、小型であることが要求される通信機器、例えば、携帯電話機やデジタル著作物を扱うマルチメディア関連機器等に好適な装置である。

【０１０５】図７は、本発明に係る暗号化装置の具体的な通信システムへの適用例を示す図であり、映画等のデジタル著作物の再生システムの概観を示す。このシステムは、上記実施形態における第１の機器に対応する光ディスクドライブ装置１１０と第２の機器に対応する映像再生装置１１１とそれらを接続するＳＣＳＩケーブル１１６等からなる。光ディスクドライブ装置１１０で読み出した圧縮映像データを暗号化して映像再生装置１１１に転送し、そこで映像再生するシステムである。

【０１０６】図８は、光ディスクドライブ装置１１０の構成を示すブロック図である。光ディスクドライブ装置１１０は、装置全体の制御を行うＭＰＵ１２４と、映像再生装置１１１との通信インタフェースであるＳＣＳＩコントローラ１２１と、光ヘッド１２５を制御して光ディスク１１５から映像データを読み出し制御する読み出し制御部１２２と、上述の実施形態１～４における第１の機器の暗号化ＩＣに相当する暗号化ＩＣ１２３とからなり、映像再生装置１１１が正当な機器であることを認証した後に、光ディスク１１５に記録された映像データを読み出して暗号化ＩＣ１２３において暗号化し、ＳＣＳＩケーブル１１６を介して映像再生装置１１１に転送する。

【０１０７】図９は、光ディスクドライブ装置１１０の内部に実装される回路基板の概観を示す図である。暗号化ＩＣ１２３は、１個のシリコン基板に形成されたＬＳＩであり、プラスチックでモールドされたフラットパッケージの形状をしている。図１０は、映像再生装置１１１の構成を示すブロック図である。映像再生装置１１１は、装置全体の制御を行うＭＰＵ１３１と、光ディスクドライブ装置１１０との通信インタフェースであるＳＣＳＩコントローラ１３０と、上述の実施形態１～４の第２の機器の暗号化ＩＣに相当する暗号化ＩＣ１３２と、暗号化ＩＣ１３２で復号された圧縮映像データの伸長を行うＭＰＥＧデコーダ１３３と、伸長された映像データをアナログ映像信号に変換してＣＲＴ１１２及びスピーカ１１４に映像出力するＡＶ信号処理部１３４とから構成される。

【０１０８】本発明に係る暗号化装置をこのような映像再生システムに適用することで、光ディスク１１５に記録されたデジタル著作物は不正コピー等から保護され、マルチメディア関連製品の流通市場における健全な発展が期待できる。

【０１０９】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明に係る暗号化装置は、データ転送鍵の共有化とそのデータ転送鍵を用いた暗号通信を行なう機器に備えられる暗号化装置であって、前記データ転送鍵の共有化のための第１乱数を生成する第１乱数生成手段と、前記第１乱数生成手段により生成された第１乱数を保持する第１乱数保持手段と、前記第１乱数生成手段により生成された第１乱数を前記暗号通信の相手機器に送信する第１送信手段と、前記第１乱数保持手段に保持された第１乱数を用いて時変の前記データ転送鍵を生成するデータ転送鍵生成手段と、暗号通信の対象となる転送データに対して前記データ転送鍵を用いて暗号化する転送データ暗号化手段とを備え、前記第１乱数生成手段、前記第１乱数保持手段、前記データ転送鍵生成手段及び前記転送データ暗号化手段は、１個のＩＣ内の回路で実現され、前記第１乱数保持手段は、前記ＩＣの外部からアクセスできない領域に前記第１乱数を保持することを特徴とする。

【０１１０】これにより、データ転送鍵の生成に直接関連する第１乱数は外部からアクセスできない暗号化ＩＣの内部に保持されるので、時変のデータ転送鍵は各機器に安全に共有され、暗号通信が行われる。また、暗号化ＩＣは、機器間通信の安全性を確保するための必要最小限の機能を持つので、小さな回路で実現することができる。

【０１１１】ここで、前記暗号化装置はさらに、前記第１乱数生成手段により生成された第１乱数を暗号化する第１暗号化手段を備え、前記第１暗号化手段は、前記ＩＣ内の回路で実現され、前記第１送信手段は、前記第１暗号化手段で暗号化された第１乱数を前記相手機器に送信するとすることもできる。これにより、第３者はデータ転送鍵の生成に直接関連する第１乱数を知ることができなくなるので、データ転送鍵の秘密性が維持され、たとえ暗号アルゴリズム及びその逆変換アルゴリズムが知

られたとしても暗号通信は維持される。

【０１１２】ここで、前記機器は、チャレンジレスポンス型の認証プロトコルに基づく通信により相互に前記相手機器が正当な機器であることを認証し合うものであり、前記暗号化装置はさらに、前記相手機器に送信するチャレンジデータ用の第２乱数を生成する第２乱数生成手段と、前記チャレンジデータに対して前記相手機器から返信されてきたレスポンスデータと前記第２乱数とが一致するか否かを判断し、一致した場合に前記相手機器は正当な機器であると認証する認証手段とを備え、前記データ転送鍵生成手段は、前記認証がなされた場合に前記データ転送鍵を生成するとすることもできる。

【０１１３】これにより、機器間の相互認証が成功したときに同時に正規のデータ転送鍵が生成されることになり、秘密通信の安全性が向上される。ここで、前記第２乱数生成手段及び前記認証手段は、前記ＩＣ外の回路で実現されているとすることもできる。これにより、通信システムの安全性に関連しない部分、即ち、データ転送鍵の生成に直接関連しない処理部は暗号化ＩＣの外に設けられるので、暗号化ＩＣの規模が不要に大きくなることが抑制される。

【０１１４】ここで、前記暗号化装置はさらに、前記相手機器から送られてきた暗号化された結合データを復号化する復号化手段と、復号化された結合データをレスポンスデータに相当する第１分離データと残る第２分離データとに分離する分離手段と、前記第１分離データを前記相手機器に返信する第２送信手段とを備え、前記第１暗号化手段は、前記第１乱数と前記第２乱数とを結合し、その結果得られた結合データを暗号化し、前記データ転送鍵生成手段は、前記第１乱数と前記第２分離データとを結合することにより、前記データ転送鍵を生成し、前記復号化手段及び前記分離手段は、前記ＩＣ内の回路で実現されているとすることもできる。

【０１１５】また、前記暗号化装置はさらに、前記第２乱数をチャレンジデータとして前記相手機器に送信する第２送信手段と、前記相手機器から送られてきた暗号化された結合データを復号化する復号化手段と、復号化された結合データをレスポンスデータに相当する第１分離データと残る第２分離データとに分離する分離手段とを備え、前記認証手段は、前記第１分離データを前記相手機器から返信されてきたレスポンスデータとして前記判断及び認証をし、前記第１暗号化手段は、前記相手機器から送信されてきたチャレンジデータと前記第１乱数とを結合し、その結果得られた結合データを暗号化し、前記データ転送鍵生成手段は、前記第１乱数と前記第２分離データとを結合することにより、前記データ転送鍵を生成し、前記復号化手段及び前記分離手段は、前記ＩＣ内の回路で実現されているとすることもできる。

【０１１６】これにより、機器間通信の安全性を確保するための必要最小限の機能を持ち、規模の小さな暗号化ＩＣを備えた暗号化装置が実現される。ここで、前記転送データ暗号化手段による暗号化のアルゴリズムは、前記第１暗号化手段及び前記復号化手段の少なくとも１つのものと同一であることを特徴とするとすることもできる。

【０１１７】これにより、転送データ暗号化手段と第１暗号化手段や復号化手段を１個の変換器で兼用して実装することが可能となるので、暗号化ＩＣの回路規模が削減される。ここで、前記転送データ暗号化手段による暗号化のアルゴリズムは、前記第１暗号化手段及び前記復号化手段のいずれのものとも異なり、かつ、いずれのものよりも簡易であるとすることもできる。

【０１１８】これにより、転送データのサイズが大きいために何度もその暗号化を繰り返すような場合であっても、暗号化のためにデータ転送時間が大幅に長くなってしまうという不具合が回避される。ここで、前記転送データ暗号化手段は、前記転送データを一定長のブロックに区切り、各ブロックに対して前記データ転送鍵の対応する部分を用いて暗号化するとすることもできる。

【０１１９】これにより、データサイズの大きい転送データの暗号通信に対しても、本暗号化装置を適用することが可能となる。ここで、前記転送データ暗号化手段は、前記ブロックと前記データ転送鍵の対応する部分との排他的論理和をとることにより、前記暗号化を行なうとすることもできる。

【０１２０】これにより、簡易な論理回路で転送データ暗号化手段を実現することが可能となる。ここで、前記第１暗号化手段での暗号と前記復号化手段での復号化とは、同一の変換アルゴリズムであるとすることもできる。これにより、第１暗号化手段と復号化手段を１個の変換器で兼用して実装することが可能となり、暗号化ＩＣの回路規模が削減される。

【０１２１】ここで、前記第１暗号化手段及び前記復号化手段は、予め前記ＩＣ内に保持された鍵データを用いて前記暗号化及び復号化を行い、その鍵データの一部は、前記ＩＣ内のマスクＲＯＭ領域に格納され、残る一部は、前記ＩＣ内の追記ＲＯＭ領域に格納されているとすることもできる。これにより、認証鍵をマスクＲＯＭのみで構成した場合における欠点と、追記ＲＯＭのみで構成した場合における欠点と補うことが可能となる。

【０１２２】ここで、前記機器は、チャレンジレスポンス型の認証プロトコルに基づく通信により相互に前記相手機器が正当な機器であることを認証し合うものであり、前記暗号化装置はさらに、前記チャレンジデータに対して前記相手機器から送られてきた暗号化された結合データを復号化する復号化手段と、復号化された結合データをレスポンスデータに相当する第１分離データと残る第２分離データとに分離する分離手段と、前記第１乱数と前記第１分離データとが一致するか否かを判断し、一致した場合に前記相手機器は正当な機器であると認証

する認証手段と、前記認証がなされた場合に前記第２分離データを暗号化する第２暗号化手段と、暗号化された前記第２分離データをレスポンスデータとして前記相手機器に返信する第２送信手段とを備え、前記データ転送鍵生成手段は、前記第１乱数と前記第２分離データとを結合することにより、前記データ転送鍵を生成し、前記復号化手段、前記分離手段及び前記第２暗号化手段は、前記ＩＣ内の回路で実現されているとすることもできる。

【０１２３】これにより、乱数を一つだけ生成し、それを認証用とデータ転送鍵の生成用の両方の目的に使用しているので、暗号化装置での乱数生成のための回路規模が軽減される。また、暗号化ＩＣの内部において認証のための乱数生成と比較処理を行っているので、暗号通信の安全性が高められる。

【０１２４】また、本発明は、データ転送鍵の共有化とそのデータ転送鍵を用いた暗号通信を行なう送信機及び受信機から構成される通信システムであって、それら送信機及び受信機が、それぞれ上記構成を備えるとすることもできる。これにより、送信機及び受信機間で相互認証が行われると共にデータ転送鍵が生成されること、データ転送鍵の生成に直接関連する乱数はそのままでは送受信されないこと、及び、データ転送鍵の生成に直接関連する２つの乱数はそれぞれ送信機及び受信機から提供されたものであることから、規模の小さな暗号化ＩＣを用いて実現するのに好適であり、かつ、安全性の高い暗号通信システムが実現される。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１の実施の形態に係る暗号化装置の処理シーケンスを示す図である。

【図２】図１に示された第１の暗号化ＩＣ５４のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図３】本発明の第２の実施の形態に係る暗号化装置の処理シーケンスを示す図である。

【図４】本発明の第３の実施の形態に係る暗号化装置の処理シーケンスを示す図である。

【図５】本発明の第４の実施の形態に係る暗号化装置の処理シーケンスを示す図である。

【図６】図５に示された第１の暗号化ＩＣ９４のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図７】本発明に係る暗号化装置の具体的な通信システムへの適用例を示す図である。

【図８】図７に示された光ディスクドライブ装置１１０の構成を示すブロック図である。

【図９】同光ディスクドライブ装置１１０の内部に実装される回路基板の概観を示す図である。

【図１０】図７に示された映像再生装置１１１の構成を示すブロック図である。

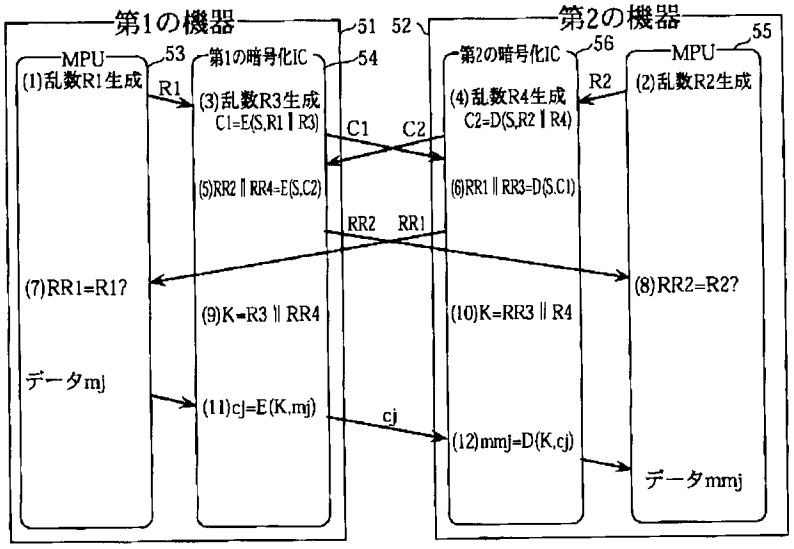
【図１１】第１の従来技術に係る一方向認証の処理シーケンスを示す図である。

【図１２】第２の従来技術に係る双方向認証の処理シーケンスを示す図である。

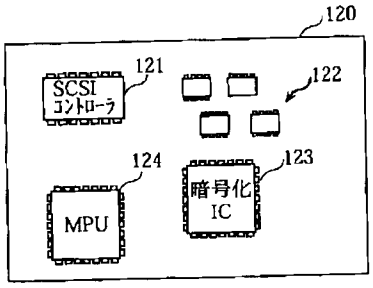
【符号の説明】

５１、７１、８１、９１　第１の機器
５２、７２、８２、９２　第２の機器
５３、７３、８３、９３　第１の機器のＭＰＵ
５４、７４、８４、９４　第１の暗号化ＩＣ
５５、７５、８５、９５　第２の機器のＭＰＵ
５６、７６、８６、９６　第２の暗号化ＩＣ
５９　データ転送鍵Ｋ生成部
６０、１０１　乱数生成部
６１、１００　外部Ｉ／Ｆ部
６２、１０２　乱数格納部
６３　結合部
６４、１０３　認証鍵Ｓ格納部
６５、６６、６８、１０４、１０５、１０７　スイッチ
６７、１０６　Ｅ関数
６９　分離部
７０　データ転送鍵Ｋ格納部
１０８　比較部
１１０　光ディスクドライブ装置
１１１　映像再生装置
１２１　ＳＣＳＩコントローラ
１２２　制御部
１２３　暗号化ＩＣ
１２４　ＭＰＵ
１２５　光ヘッド
１３０　ＳＣＳＩコントローラ
１３１　ＭＰＵ
１３２　暗号化ＩＣ
１３３　ＭＰＥＧデコーダ
１３４　ＡＶ信号処理部

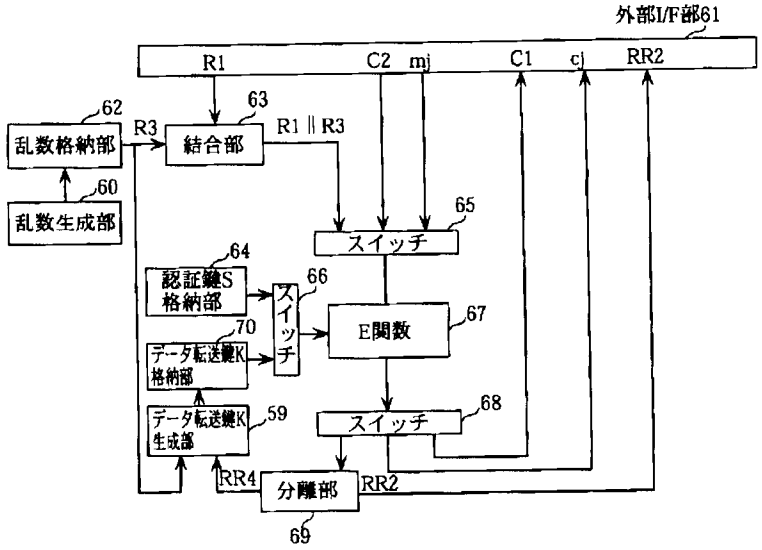
【図１】


第1の機器
第2の機器
MPU
(1)乱数R1生成
R1
第1の暗号化IC
(3)乱数R3生成
C1=E(S,R1 ‖ R3)
C1
C2
第2の暗号化IC
(4)乱数R4生成
C2=D(S,R2 ‖ R4)
R2
MPU
(2)乱数R2生成
(5)RR2 ‖ RR4=E(S,C2)
(6)RR1 ‖ RR3=D(S,C1)
RR2
RR1
(7)RR1=R1?
(8)RR2=R2?
(9)K=R3 ‖ RR4
(10)K=RR3 ‖ R4
データmj
(11)cj=E(K,mj)
cj
(12)mmj=D(K,cj)
データmmj

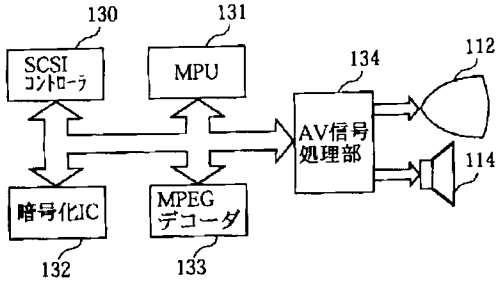
【図９】


120
SCSI コントローラ
121
122
MPU
124
暗号化 IC
123

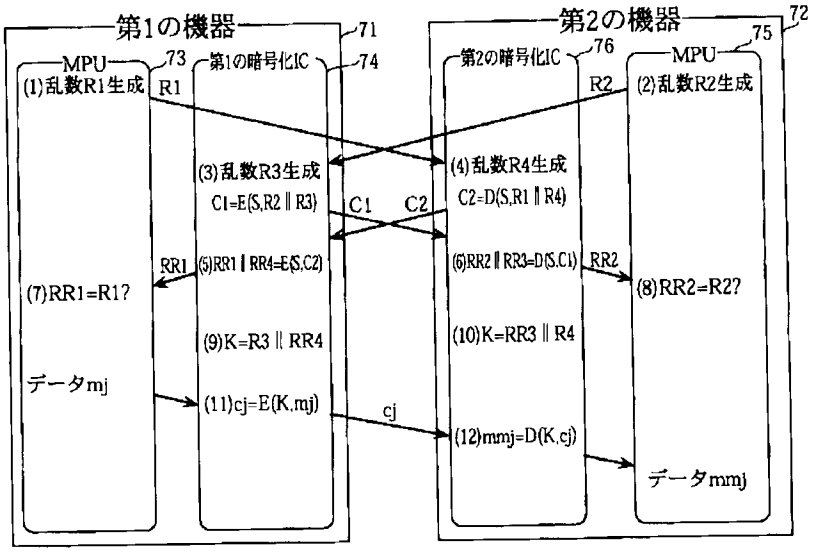
【図２】


外部I/F部61
R1
C2
mj
C1
cj
RR2
乱数格納部
62
R3
結合部
63
R1 ‖ R3
乱数生成部
60
スイッチ
65
認証鍵S 格納部
64
スイッチ
66
E関数
67
データ転送鍵K 格納部
70
データ転送鍵K 生成部
59
スイッチ
68
RR4
分離部
RR2
69

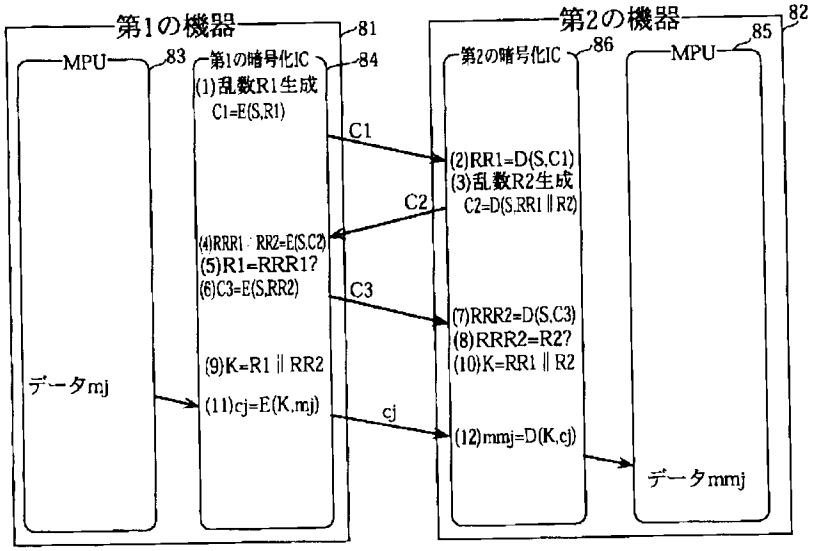
【図１０】


130
SCSI コントローラ
131
MPU
134
112
AV信号 処理部
114
暗号化IC
132
MPEG デコーダ
133

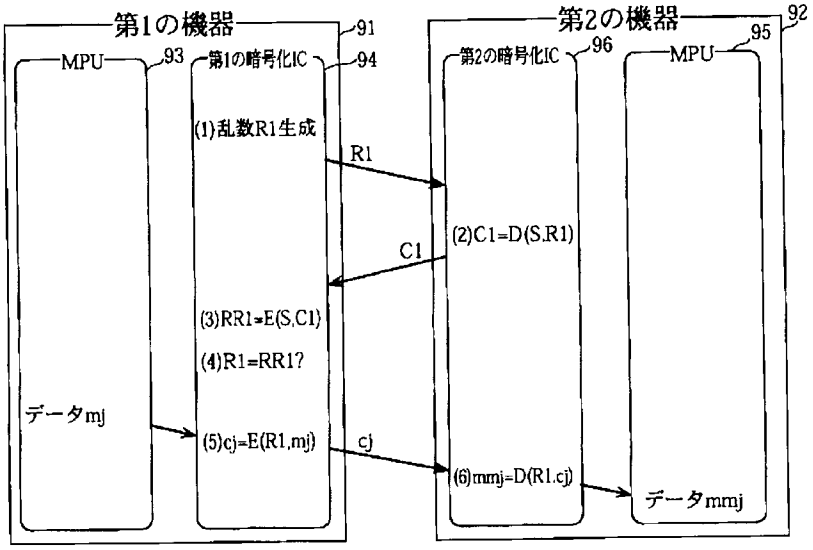
【図３】


第1の機器
71
MPU
73
(1)乱数R1生成
R1
第1の暗号化IC
74
(3)乱数R3生成
C1=E(S,R2 ‖ R3)
C1
C2
RR1
(5)RR1 ‖ RR4=E(S,C2)
(7)RR1=R1?
(9)K=R3 ‖ RR4
データmj
(11)cj=E(K,mj)
cj
第2の機器
72
第2の暗号化IC
76
MPU
75
R2
(2)乱数R2生成
(4)乱数R4生成
C2=D(S,R1 ‖ R4)
(6)RR2 ‖ RR3=D(S,C1)
RR2
(8)RR2=R2?
(10)K=RR3 ‖ R4
(12)mmj=D(K,cj)
データmmj

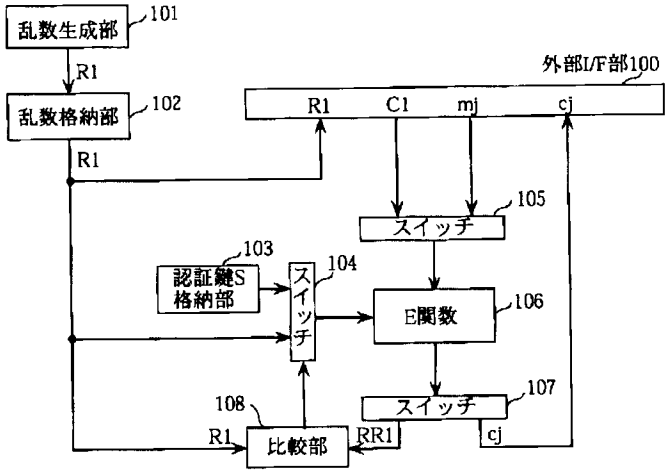
【図４】


第1の機器
81
MPU
83
第1の暗号化IC
84
(1)乱数R1生成
C1=E(S,R1)
C1
C2
(4)RRR1 ‖ RR2=E(S,C2)
(5)R1=RRR1?
(6)C3=E(S,RR2)
C3
(9)K=R1 ‖ RR2
データmj
(11)cj=E(K,mj)
cj
第2の機器
82
第2の暗号化IC
86
MPU
85
(2)RR1=D(S,C1)
(3)乱数R2生成
C2=D(S,RR1 ‖ R2)
(7)RRR2=D(S,C3)
(8)RRR2=R2?
(10)K=RR1 ‖ R2
(12)mmj=D(K,cj)
データmmj

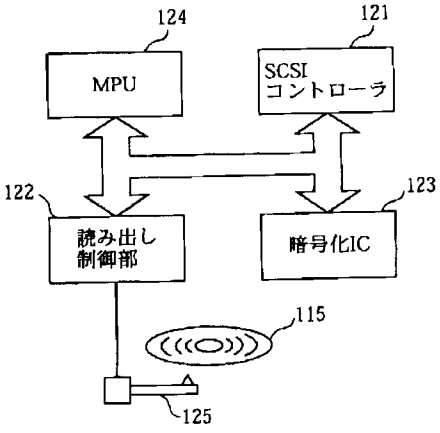
【図５】


第1の機器
91
MPU
93
第1の暗号化IC
94
(1)乱数R1生成
R1
C1
(3)RR1=E(S,C1)
(4)R1=RR1?
データmj
(5)cj=E(R1,mj)
cj
第2の機器
92
第2の暗号化IC
96
MPU
95
(2)C1=D(S,R1)
(6)mmj=D(R1,cj)
データmmj

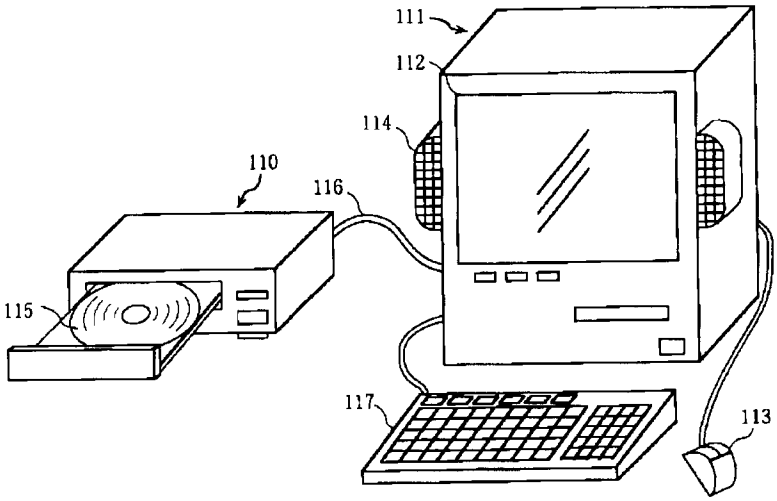
【図６】


乱数生成部
101
R1
乱数格納部
102
R1
外部I/F部100
R1
C1
mj
cj
スイッチ
105
認証鍵S格納部
103
スイッチ
104
E関数
106
スイッチ
107
108
R1
比較部
RR1
cj

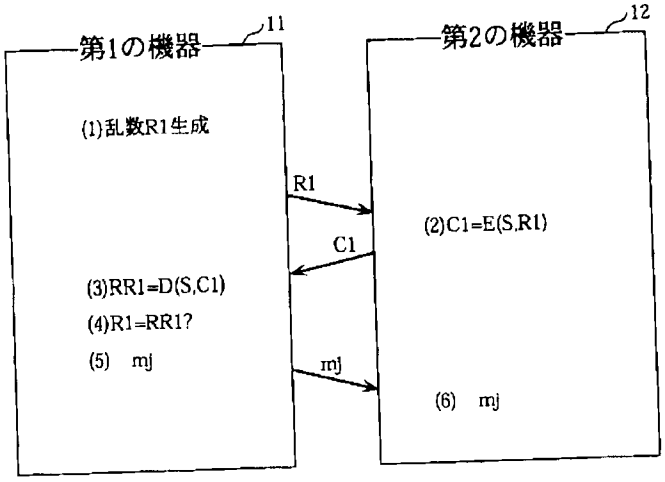
【図８】


124
121
MPU
SCSIコントローラ
122
123
読み出し制御部
暗号化IC
115
125

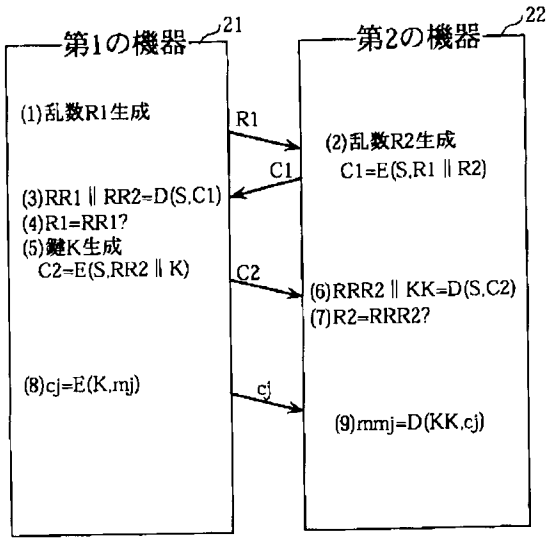
【図７】


111
112
114
110
116
115
117
113

【図１１】


第1の機器
11
(1)乱数R1生成
R1
C1
(3)RR1=D(S,C1)
(4)R1=RR1?
(5)　mj
mj
第2の機器
12
(2)C1=E(S,R1)
(6)　mj

【図１２】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6	識別記号	庁内整理番号	F I		技術表示箇所
			H04L 9/00	675A	